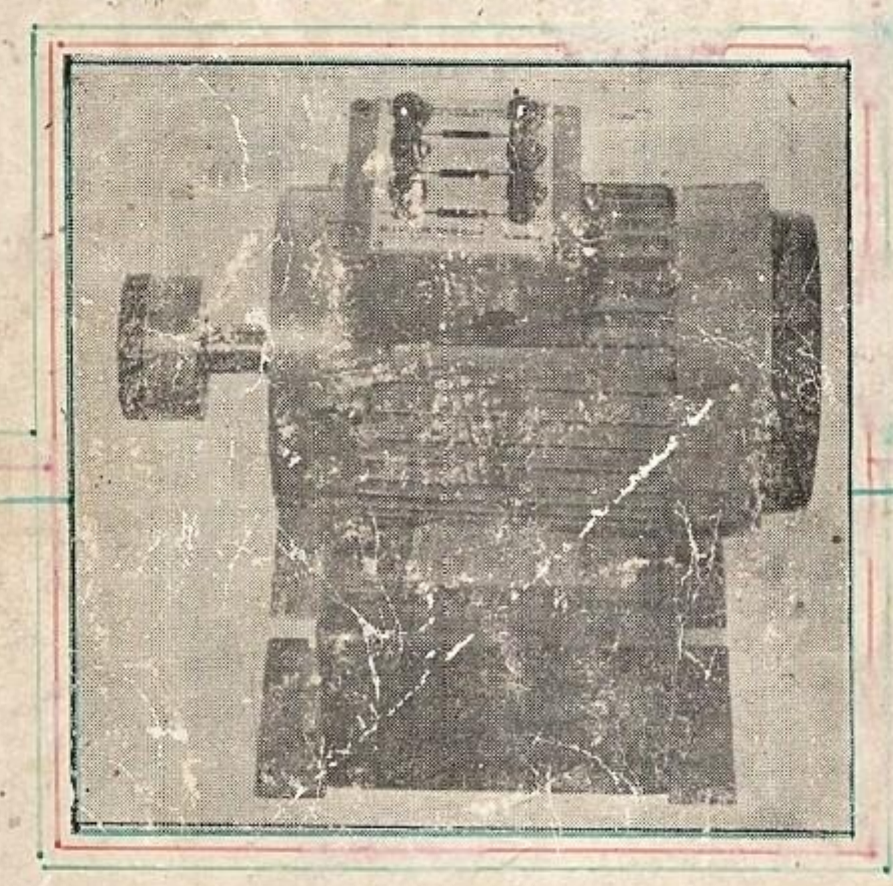
الكهرباء العملية

حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر

محركات التيار المتغير والمحولات الكهربية



إعداد

محمد فريد محمد فهمى

توجيه الكهرباء العملى بالتعليم الصناعى

طبعة ١٩٩١

بسم الله الرحمن الرحيم

كلمة حق وشكر

احمد الله عـلى ثقة الجميع فى كتابى الكهرباء العملية ونظرا لنفاذ الطبعة السابقة فقد قمت بتزويد هذه الطبعـة الجديدة بمعلومات وبيانات متعددة لم تكن فى الطبعة السابقة حيث وجدت فيها ما يفيد كل من يعمـل فى هذا المجـال وانى أدعو الله أن يوفقنى دائما لخدمـة جميع السـادة الزملاء وأن أكون عند حسن الظن بى من الجميع .

مع تقديم خـالص التحية لكل من ساهم وكانت لـه لمسـة فنيـة او علمية فى هذه الطبعـة

السـادة

ادوار غبريـال

خبير بالتعليم الصـناعى

بشير أمـين محمد الجنـدى

وكيل القاهرة الفنية بالقبة

نبيـل عبد الفتـاح

وكيل القاهرة الفنية بالقبة

سيد أمـين سـيد

موجه كهرباء بالجيزة

أحمد محمد خليفة

وكيل الجيزة الكهربية

الزميل

محمـد فريـد

تعريف عربى انجليزى

مصباح عاده	Filament Lamp
مصباح فلورسنت	Fluorescent Lamp
مصباح زئبقى	Mercuy - vapour Lamp
مصباح صوديوم	Sodium - vapour Lamp
مصـــهر	Fuse
مفتاح عاده	Tumbler switch
مفتاح بسكين سلم	Double - throw switch
ضاغط جرس	Button switch
مفتاح سكينة	Knife Switch
مأخذ تيار بريزة	Socket - outler
ملف خانق	Ballast
محـــول جرس	Bell transformer
بادىء تشغيل	Starter
جرس رنـــان	Trembling bell
جرس طنان	Buzzer
مفتـــاح توقيت	Time Switch
مفتاح تلامس بقاطع تلقائى	Contactor
مفتـــاح عاكس	Reversing Switch
مفتاح قاطع زيتى	Oil circuit breaker
موصل تضبان رئيسية	Busbar
موصل خط هوائى	Overhead line
برج شد الأســـلاك	Tower
نهـــاية كابل	Cable lug
نهاية موصـــل	Terminal Lug
صندوق تفريغ بواط	Dividing box
توزيع كابلات تحت الأرض	Underground distribution
محرك كهربى	Motor
محرك تيار متغير	A. C. motor
محرك تيـــار مستمر	D. .C. motor
محرك تنافرى	Repalsion motor
محـــرك شراجا	Schrage motor
محرك بحلقات انزلاق	Slip - ring motor
محرك قفص سنجاب	Squirrel - cage motor
محرك عـــام	Universal motor
مـــولد كهربى	Dynamo
محطـــة توليد	Generating station
محطـــة فرعيـــة	Substation
محطة محـــولات	Transformer substation
لوحة توزيـــع	Switch board
عـــلى التوالى	In - Series
عـــلى التوازى	In - Parallel
عضـــو توزيع	Collector shoe
عضـــو توحيد	Commutator
تيـــار متغير	Alternating Current
تيـــار مستمر	Direct current

مفــكرة سريعــة

المــادة والكهربــاء :

تنقسم المــادة بالنسبة لمرور التيار الكهربى فيها الى نوعين :

١ ـ مــادة موصــلة :

وهى المــادة التى تسمح لمرور التيار الكهربى فيها ، وهى أيضا المادة التى تحتوى على الكترونات حرة ، وقد تخلف هذه المادة فيما بينها بدرجة جودة توصيلها للكهرباء حيث نجد أن الفضة مثلا تعتبر أجود المواد توصيلا للكهرباء ثم باقى المواد حسب جودة التوصيل .

٢ ـ مــادة عــازلة :

وهى المادة التى تقاوم مرور التيار الكهربى فيها ـ وهى أيضا تختلف فيما بينها بدرجة عزلها حيث نجد أن الميكا الصلبة أجود المواد العازلة ثم تأتى بعد ذلك باقى المواد حسب جودة العزل .

المقاومــة والكهربــاء :

يمكننا القول بأن المقاومة هى خاصية المادة المقاومة لمــرور التيــار الكهربى ، ووحدة هذه المقاومة هى الأوم (واحد اوم التى تبديها الدائرة التى على طرفيها فرق جهد واحد فولت بحيث يكون التيار المار فى هذه المــادة مقداره واحد أمبر) .

المقاومــة النوعيــة :

يمكننا القول أن المقاومة النوعية للمادة هى (مقاومة موصل طولــه واحد سنتيمتر ومساحة مقطعه واحد سنتيمتر مربع فى اتجاه مرور التيار) .

ويرمز لها (ع) وهى تتناسب طرديا مع الطول وعكسيا مع مساحة مقطع الموصل ـ فاذا كانت (م) رمز المقاومة ، (ل) رمز طول الموصل ، (س) رمز مقطعه يكون قانون المقاومة كالآتى :

$$م = \frac{ع \times ل}{س} = أوم$$

تعريف وحدات القياس الكهربية

الفولت :

هو وحدة قياس القوة الدافعة الكهربية (ق.د.ك) وهو مقدار القوة الدافعة التى تحدث تيارا شدته واحد أمبير مع موصل مقاومته واحد اوم .

الأمبـــير :

هو الوحدة التى تقاس بها شدة التيار الكهربى وهو عبارة عن التيار الذى يمر فى مقاومة مقدارها واحد أوم وفرق جهد بين طرفيها مقداره واحد فولت .

الأوم :

هو الوحدة العلمية لقياس المقاومة وهو عبارة عن مقاومة الموصل الذى يصلح لمرور تيار كهربى شدته واحد أمير اذا كان فرق الجهد بين طرفى هذا الموصل مقداره واحد فولت .

معامل القـــدرة :

هو جيب تمام زاوية الوجه بين موجه التيار وموجه الضغط فى الدائرة الكهربية ، أى ان معامل القدرة يتعلق بالفرق الوجهى بين الضغط والشدة وهو يساوى دائما فى قيمته أقـــل من واحــــد صحيح ويرمز له (جتا هـ) ويساوى (القدرة الفعلية ÷ القدرة الظاهرية) .

القـــدرة الفعليـــة :

هى القدرة المستفاد بها وتقاس بجهاز الواتمتر وهى أقل من القدرة الظاهرية لأن هناك جزء من القدرة الظاهرية يفقد فى التغلب على المقاومة التأثيرية والاستاتيكية وتساوى (ض×ش×جتا هـ) .

القدرة الظاهريـــة :

وهى أكبر من القـــدرة الفعلية المستفاد بها وتقاس بالفولت امبـــير وتساوى (ض×ش) .

جدول قانون أوم والقدرة

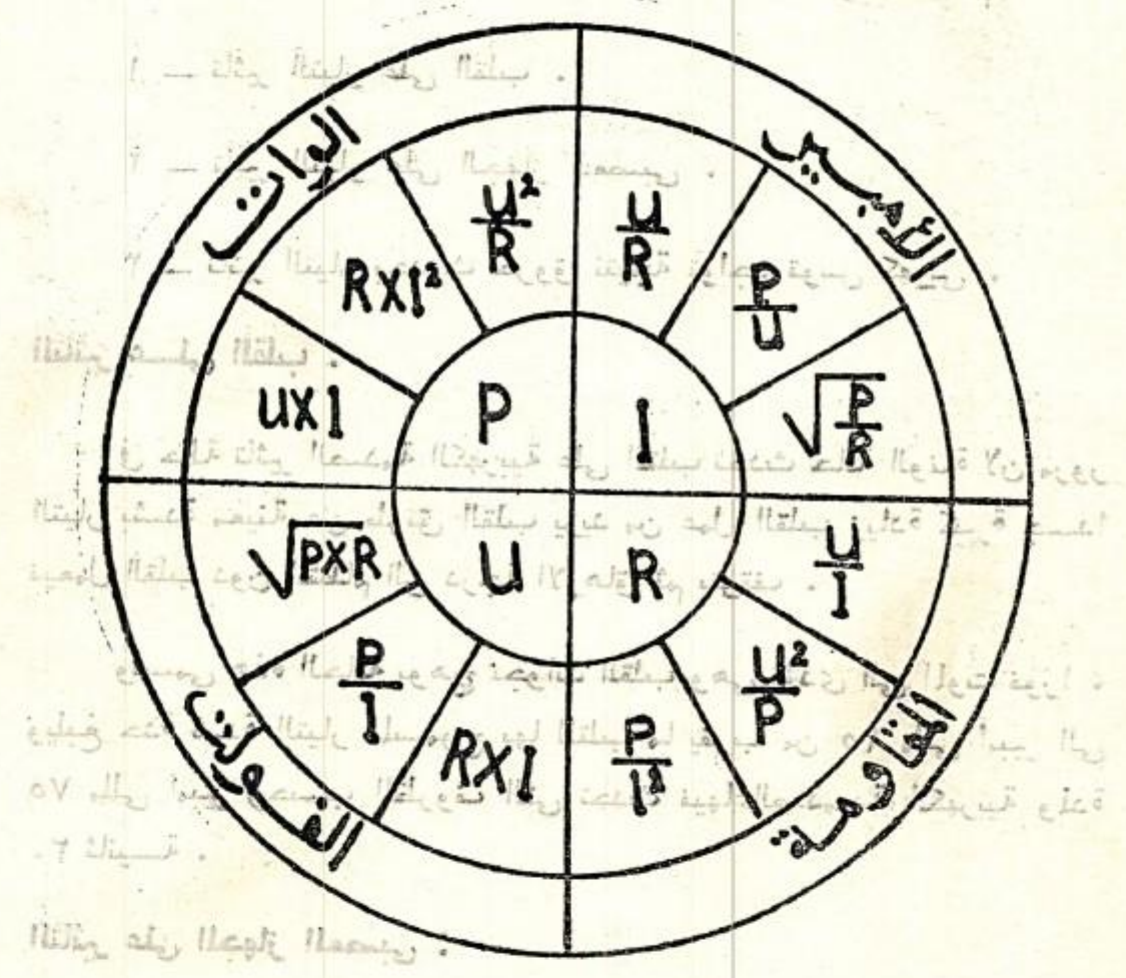
عن طريق هذا الجدول يمكن حساب كل من الآتى :

١ — قيمة الضغط = فولت ________ U

٢ — قيمة شدة التيار = أمير ________ I

٣ — قيمة المقاومة = اوم ________ R

٤ — قيمة القدرة = وات ________ P



على هذا يكون قانون أوم كالآتى :

م = ض / ش = أوم

ض = ش × م = فولت

ش = ض / م = أمبير

الصـــدمات الكهربيـــة وتأثيرها
عـــلى الانســـان

كثيرا ما يتعرض الانسان لصدمة كهربية نتيجة اتصال أى جزء من جسمه مع موصل تيار كهربى غير معزول الأمر الذى ينتج عنه الآتى :

١ ــ تأثير التيار على القلب .

٢ ــ تأثير التيار على الجهاز العصبى .

٣ ــ تأثير التيار بحدوث حروق نتيجة تواجد قوس كهربى .

التأثير عـــلى القلب :

فى حالة تأثير الصدمة الكهربية على القلب تحدث حالة الوفاة لأن مرور التيار بشدة معينة عن طريق القلب يزيد من عمل القلب زيادة كبيرة جـــدا فيعمل القلب دون انتظام الى درجة الارهاق ثم يتوقف .

وتسمى هذه الحالة بوهج نجوات القلب وهى تؤدى الى الموت فورا ، ويلبغ حدة شدة التيار المسموح بها للقلب ما يقرب من ٢٥ مللى أمبير الى ٧٥ مللى أمبير وحسب الظروف التى تحدث فيها الصدمـــة الكهربية ولمدة ٣٠ ثانيـــة .

التأثير على الجهاز العصبى :

كثيرا ما ينتج من الصدمة الكهربية حسب ظروفها وقيمة تأثيرها على الجهاز العصبى حيث يتأثر السمع أو النطق وفى بعض الحالات يختل التوازن والادراك ويمكن أن نصل لدرجة الشلل .

التأثير بحدوث حروق :

فى بعض الحالات ينتج عند الاصابة بحدوث قوس كهربى نتيجة وصلة قصر أو أرضى أو بفعل التأثير الحرارى للتيار .

والاصابة بالحروق الناتجة على القوس الكهربى ليست مميتة ولكن ربما ينتج عنها بعض التشوهات الخطيرة وقد يحدث الاحتراق بالتأثير الحرارى للتيار فى حالة الضغط العالى اذ أنه من الممكن فى هذه الحالة مرور تيار كبير جدا خلال الجسم يجعله فى بعض الحالات يصل لدرجة التفحم .

تأثير نـــوع التيـــار

نعرف أن التيار الكهربى ينقسم الى نوعين هما :

١ — تيار ثابت القيمة والاتجاه وهو التيار المستمر وهـــذا التيـــار لا يتعامل مع طرف الأرض .

٢ — تيار متردد وهو متغير القيمة والاتجاه وهذا التيار يتعامل مـــع طرف الأرض .

لذا نجد ان التيار المستمر اقل خطرا من التيار المتغير وبالذات فى حالة ما يكون تردد التيـــار المتغير ٥٠ ذبذبة فى الثانية حيث يحدث فى الانسان تصلب فى العضلات ويجعل المصاب من الصعب عليه التخلص من التيـــار الكهربى وبذلك يستمر فترة طويلة بدرجة خطيرة .

ولكن كلما ارتفع تردد التيار المتغير تقل خطورته حيث نجد مثلا التردد العالى الموجود فى محطات الارسال للاذاعة غير ضار نتيجة الأثير السطحى ولكن يكمن خطره فقط فى امكانه احداث حروق فى جسم الانسان .

لذا ومن الشرح السابق وجب اتخاذ الاحتياطات اللازمـــة لوقـــاية الانسان منخطر الكهرباء باستعمال الوقاية وسلك الأرض .

التاثيرات الكهربية فى حياتنا العملية

التاثير الحـــرارى :

فى التاثير الحرارى تتحول الطاقة الكهربية الى طاقة حرارية بمرور التيار الكهربى فى معدن خاص ذو مقاومة خاصة تتناسب والغرض المطلوب — حيث يمكن القول انه عندما يمر تيار كهربى فى سلك ذو مقاومة تتولد فيـــه حرارة ظاهرة يمكن ادراكها بالحس .

وتتوقف عملية السخانات والدفايات وغيرها من أجهزة التسخين على هذه الخاصية مع العلم بأن الحرارة المتولدة فى هذه الأجهزة تتناسب مـــع الآتـــى :

١ — زمن مرور التيار فى جهاز التسخين ويقدر بالثوانى .

٢ — مربع شدة التيار فى جهاز التسخين .

٣ — مقدار مقاومة السلك المستعمل فى عملية التسخين بالجهاز .

٤ — استعمال رقم ثابت مقداره (٢٤،٠ر٠) .

من هذه البيانات يمكن استعمال وتكوين قانون تقدير الحرارة المنبعثة من أى جهاز تسخين يراد الاستفادة منه .

القـــانون :

قيمة درجة الحرارة = ٢٤،٠ر٠ × الزمن × مربع شدة التيار × مقاومة الملف = سعرا كما يمكن تحديد مواصفات السلك المستعمل فى جهاز التسخين من حيث طوله ومساحة مقطعه من المواصفات الآتية :

١ — قدرة الجهـــاز .

٢ — ضغط الينبوع .

٣ — شدة التيار فى الجهـــاز .

٤ — مقاومة المتر الطولى من السلك المستعمل .

٥ — المقاومة الكلية لملف الجهاز .

من البيانات السابقة وعن طريق قانون القدرة يمكن الحصول عـلى شدة تيار الجهاز ثم عن طريق قانون أوم يمكن معرفة مقدار المقاومة الكلية للجهاز وباستخدام جدول أسلاك النيكل كروم يمكن التوصـل الى كل من طول السلك بعد معرفة مقاومة المتر الطولى منه وكذا مساحة مقطعـه وفقا لشدة التيـار .

التأثير المغناطيسى

فى التأثير المغناطيسى حيث يمكن بواسطة التيار الكهربى الحصول على مجال مغناطيسى ويتم هذا بمرور تيار كهربى فى ملف من سـلك معـزول يتناسب من حيث مقاومته وقيمة التيار المـار به — ويكون قلب هذا الملف قضيب أو رقائق من الصلب أو الحديد .

فعند مرور التيار الكهربى فى الملف تتولد المجالات المغناطيسية فى القلب الحديدى مع ملاحظة أن قيمة واتجاه هذه المجالات تتناسب مع قيمة واتجاه التيـار المـار فى الملف — والعكس فانه يمكن الحصول من المجال المغناطيسى على تيار كهربى حيث تقول النظرية (اذا قطع موصل ساحة مغناطيسية بالتعامد عليها تولدت فى هذا الموصل قوة دافعة كهربائية) .

ويستعمل التأثير المغناطيسى فى حالات كثيرة فى حياتنا الصناعية والمدنية منها المولدات والمحركات والمحولات وكذا الأجراس وبعض أنواع المفاتيح الأوتوماتيكية والأوناش الكهربية وغيرها .

التأثير الكيمائى

فى التأثير الكيمائى يستعمل التيار الكهربى فى عمليات التحليل والنكلشة وعمليات شحن البطاريات السائلة عى أن يكون التار المستعمل فى هـذه العمليات تيـارا ثابتا أى مستمر أو ينبوع بتيار متغير ثم يوحد عن طريق أجهزة توحيد التيار — والعكس فانه مكن الاسـتفادة من التفاعل الكيمائى للحصول على تيار كهربى مثل ما يحدث فى اعمدة الثانوية .

مولدات ومحركات التيار المستمر

تعتبر مولدات التيار المستمر احدى مصـــادر هذا التيـــار حيث يوجد مصادر اخرى مثل الأعمدة الجـــافة والبطاريات الثانويـــة وعمليات توحيد التيار المتغـــير .

ويعتبر مولد التيار المستمر فى حد ذاته آلة تحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية ، فعندما يراد الحصول على تيار مستمر لابد من أن تتوافـــر الأسباب الآتيـــة :

١ ــ تواجد الموصل وهو عبارة عن ملف من سلك نحاس معزول .

٢ ــ تواجد مجال مغناطيسى دائم .

٣ ــ تواجد وسيلة ميكانيكية اما لتحريك الموصل أو تحريك المجـــال المغناطيسى .

وعلى هذا يكون الحصول عـــلى تيار من مولد التيار المستمر قد بنى على النظرية التى تقول اذا قطع موصل مجال مغناطيسى أو اذا قطع مجـــال مغناطيسى موصل تتولد فى هذا الموصل قوة دافعة كهربية لأن هـــذا المجال عند قطعه للموصل يؤثر على الالكترونات الحـــرة لذرات معدن هذا الموصل فتندفع فى اتجاه واحد من أحد طرفى الموصل الى الطرف الآخر وبذلك يصبح الطرف الذى تتجه اليه الالكترونات موجب التكهرب والطرف الذى تتجه منه الالكرونات سالب التكهرب وينشأ بين الطرفين قوة دافعة كهربية تعمـــل على امرار تيار فى الموصل فى اتجاه عكسى لاتجاه الالكترونات هذا اذا كانت الدائرة مقفلة .

بعد هذا يجب أن نعرف أنه لابد من تواجد مغناطيسية ثابتة فى حديد أقطاب المولد كى يبدأ عن طريقها استنتاج القوة الدافعة الكهربية عند ادارة عضو الاستنتاج ثم تغذى ملفات الأقطاب من هذا التيار المستنتج عن طريق منظم فولت يتحكم فى قيمة الفولت المغذى للفات الأقطاب فنتحكم فى قيمـــة المجال وبالتالى نتحكم فى قيمة الاستنتاج مع ملاحظة أن التيار المستنتج فى مولد التيار المسمر هو تيار متغير والسبب هو دخول ملفات عضو الاستنتاج تدريجيا فى مجال الأقطاب ثم تبدأ الخروج منها وتكرر هذه العملية تحت كل من القطب الشمالى والقطب الجنوبى ولكن عن طريق كل من الفرش وعضو التوحيد يمكن تثبيت قيمة واتجاه هذا التيار وبذلك نحصل على تيار مستمر .

هذا وتعتبر الأجزاء الأساسية التى يتكون منها كل من المولد والمحرك واحدة ولكن تسمى مجموعة القطاعات النحاسية فى المولد بعضو التوحيد لأنها مع الفرش توحد التيار وتسمى فى المحرك بعضو التوزيع لأنها توزع التيار على ملفات عضو الاستنتاج .

أهم الأجزاء التى يتكون منها محرك التيار المستمر هى :

١ — دائرة التنبيه .   ٢ — دائرة الاستنتاج .

٣ — عضو التوزيع .   ٤ — فرشات التغذية .

دائرة التنبيه :

تتكون دائرة التنبيه من جزئين هما حديد الأقطاب وملفات الأقطاب أما حديد الأقطاب فهو عبارة عن عدد زوجى من القلوب الحديدية مثبتة بالسطح الداخلى لهيكل المحرك أو جسم المحرك المصنوع من الحديد أو الزهر المسبوك ويسمى بحامل الأقطاب وهو يعتبر جزء من الدائرة المغناطيسية للمحرك لأنه يتمم دائرة الأقطاب وتختلف طريقة تثبيت الأقطاب الحديدية مع حامل الأقطاب فهى تتم اما بطريقة مسامير قلاووظ أو بواسطة التثبيت الفنفارى أو بالطريقتين معا . أما ملفات الأقطاب فهى تتكون من سلك نحاس معزول له مساحة مقطع معينة وعدد لفات معينة حسب حسابات المحرك من حيث الضغط الذى يعمل عليه المحرك وقدرته وتوصيل ملفات الأقطاب يكون بالتوالى مع مراعات مرور التيار فى كل ملف لتكوين القطبية (شمالى — جنوبى) فيكون مرور التيار فى الملف الشمالى عكس مروره فى الملف الجنوبى يراعى فى المولدات أن القلب الحديدى للقطب يكون عبارة عن كتلة من الحديد حتى يمكن الاحتفاظ بجزء من المجال بها .

عضو الاستنتاج :

يتكون عضو الاستنتاج من مجموعة رقائق من الصاج مجمعة مع بعضها على محور المحرك وهو عمود من الصلب ويوجد بهذه الرقائق مجارى طولية بسطحها الخارجى أما ان تكون مفتوحة أو نصف مقفلة وفائدة هذه المجارى هى وضع ملفات عضو الاستنتاج بها وهى عبارة عن عدد من الملفات من سلك النحاس معزول لها أيضا مساحة مقطع معينة وعدد لفات معينة حسب حالة المحرك — كما يوجد على محور المحرك مجموعة من القطاعات النحاسية مجموعة مع بعضها ومعزولة كل قطعة عن الأخرى وعن المحور تسمى هذه

القطاعات (عضو التوزيع) اما نوع العزل الموجود بين كل قطعة واخـرى هو رقائق الميكا الصلبة لتحمل عملية الاحتكاك اما نوع العزل الموجود بـين مجموعة القطاعات وجلبة التجميع فهى الميكانيت المرنة لسهولة تشكيلها فى العزل الداخلى هذا وتلحم أطراف ملفات عضو الاستنتاج البدايات والنهايات فى قطاعات عضو التوزيع بطريقة معينة حسب المبين بعد .

الفــرش :

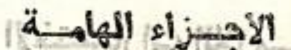
يختلف تكوين الفرشة من حيث المـادة والحجم حسب قـدرة المحرك او المولد فنجدها فى المحركات الصغيرة والمتوسطة عبارة عن قطعـة مـن الكربون الجيد التوصيل للكهرباء توضع فى مكان يسمى (بيت الفرشة) وهو مثبت فى حامل موجود فى أحد غطائى المحرك وفائدة الفرش فى المحـركات هى نقل التيار الى قطاعات عضو التوزيع لتغذيـة ملفات عضو الاستنتاج أما فى المولدات فهى تجميع التيار المستنتج فى ملفات عضـو الاستنتاج عن طريق قطاعات عضو التوحيد لتغذية الدائرة الخارجية (الحمل) بالتيار لذا نجد أن فائدة الفرش فى المحرك عكس فائدتها فى المولد كما انه يتوقف عدد الفرشات فى المحرك على عدد الأقطاب فاذا كان المحرك ذو قطبين (جنوبى ــ شمالى) كان عدد الفرشات اثنين واحدة جنوبية والأخرى شمالية اما اذا كان المحرك ذو أربعة أقطاب أى قطبين جنوبى وقطبين شمالى كان عدد الفرشات أربعة بحيث توصل الفرشة الأولى مع الثالثة (جنوبى) والفرسة الثانية مع الرابعة (شمالى) هذا ولوضع الفرش وضع خاص يقارن بالنسبة لمحور الأقطاب ويتوقف على هذا الوضع نوعية لحام اطراف ملفات عضو الاستنتاج مع قطاعات عضو التوزيع ــ أما المحركات والمولدات الكبـيرة يكون تكوين الفرش من الكربون والنحاس معا .

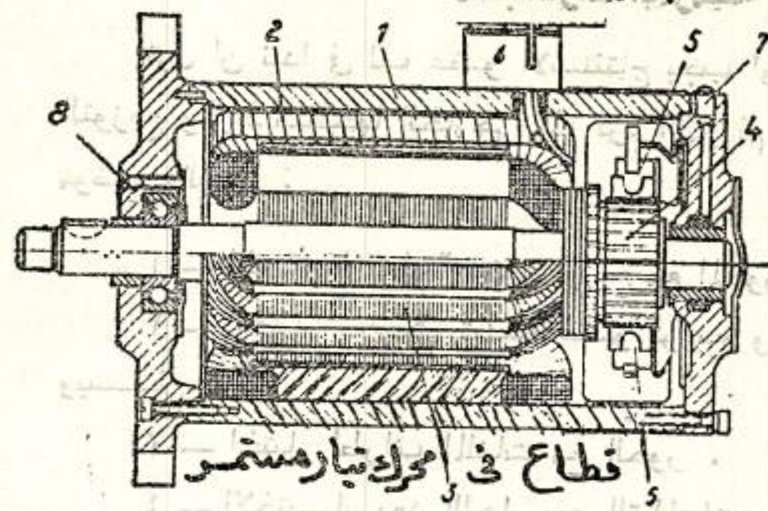
لف عضــو الاســتنتاج

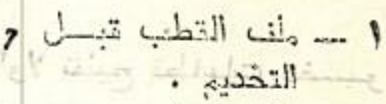
قبل أن تبدأ فى عمليات لف عضو الاستنتاج سواء عن طريق ملفات ثم تجهيزها على الفورمة الخشبية أو عن طريق اللف اليدوى يجب تنفيذ الآتى :

١ ــ تنظيف مجارى عضو الاستناج من بقايا اللف السابق .

٢ ــ تنظيف مجارى اللحام والتى يوضع بها أطراف ملفات عضـو الاستنتاج وهى موجودة فى قطاعات عضو التوزيع وذلك من بقايات اللحام السابق ثم خرط عضو التوزيع خرطا ناعما لتسوية سطحه ثم اعادة عزل المجارى وتفليج قطاعات عضو التوزيع .

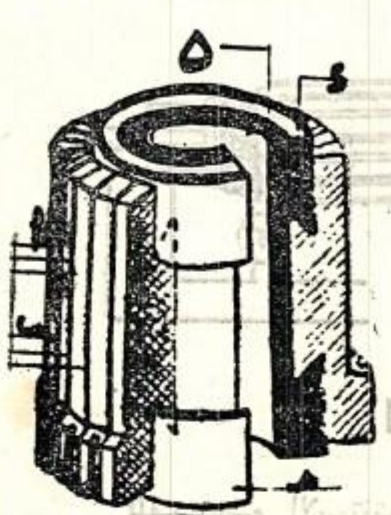


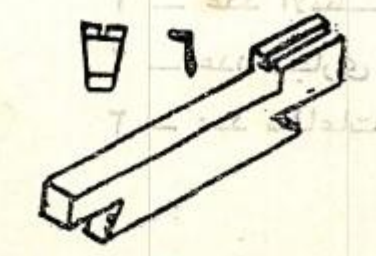


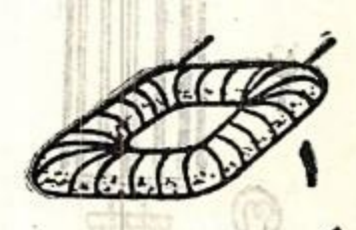


١ ـــ ملف القطب قبـــل التخديم .
٢ ـــ ملف القطب بعـــد التخديم .
٣ ـــ وضـــع الملف مع القطب .
٤ ـــ عضو توزيع كامل .
٥ ـــ قطـــاع فى عضـــو توزيـــع .
٦ ـــ قطعة من قطاعات عضو التوزيع .

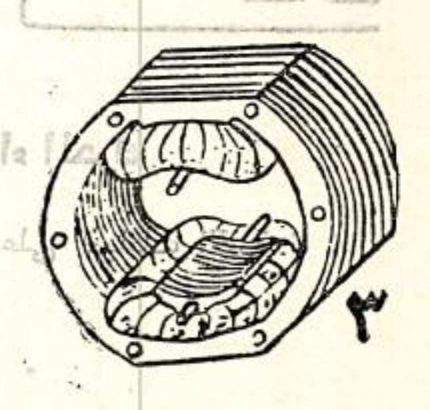












الاختبـــارات اللازمـــة

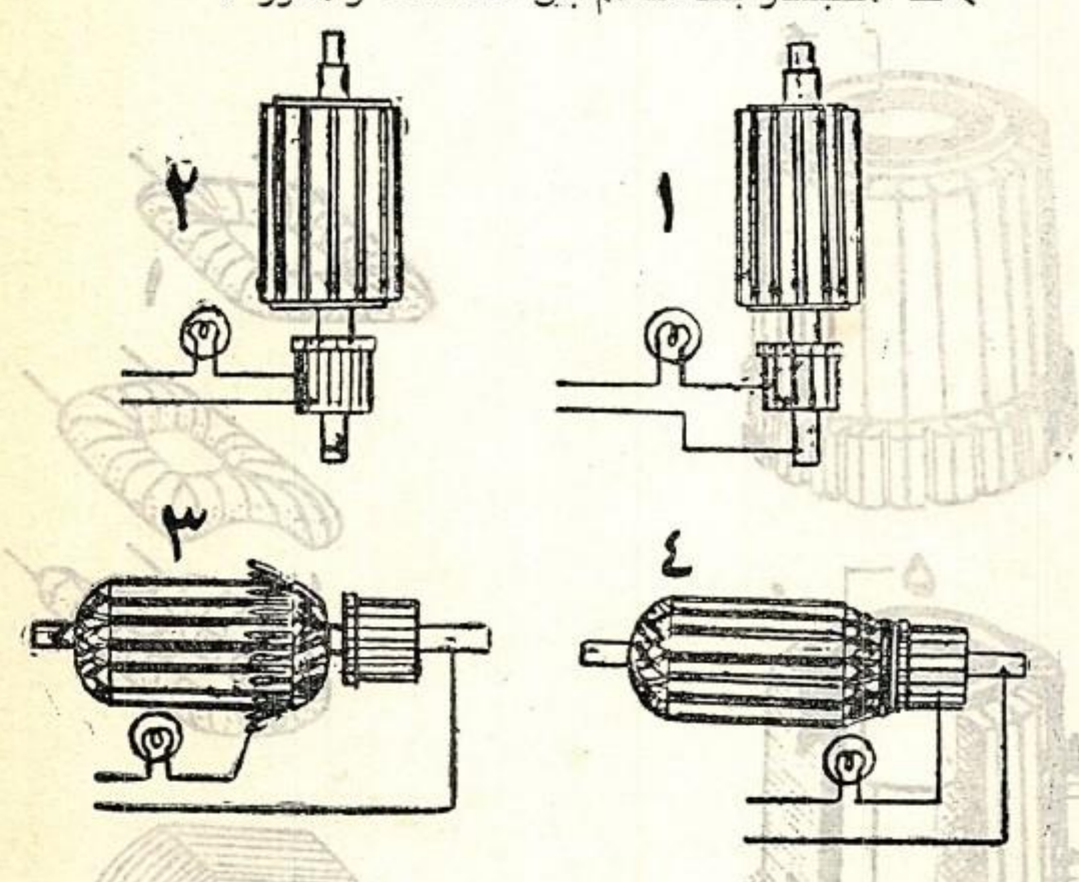
قبل أن نبدأ فى لف عضو الاستنتاج يجب أولا تفليح قطاعات عضـــو التوزيع وخرط سطحها الخارجى اذا لزم الأمر ثم الاختبارات الآتية كما هو موضح بالرسم :

١ ــ اختبار كل قطعة عضو توزيع مع المحور .

٢ ــ اختبار بين كل قطعة عضو توزيع والقطعة المجاورة لها يمين ويســـــار .

٣ ــ اختبار أطراف الملفات مع المحور .

٤ ــ الاختبـــار بعد اللحام بين القطاعات والمحور .



الارتباط بين أجزاء المحرك

للف عضو الاستنتاج يجب التعرف على البيانات الآتية :

١ ــ عدد الأقطـــاب .

٢ ــ عدد مجارى عضو الاستنتاج .

٣ ــ عدد قطاعات عضو التوزيـــع .

٤ ــ عدد الفرش .

٥ ــ موضع الفرش بالنسبة للأقطاب .

الارتباطات

أولا : هناك ارتباط بين الأقطاب والفرش وهو نوعين :

(أ) ارتباط عددى فاذا كان المحرك ذو قطبين شمالى وجنوبى كان له فرشتين واحدة شمالى والأخرى جنوبى واذا كان له أربعة أقطاب يكون عدد الفرش أربعة وهكذا .

(ب) ارتباط موضعى بالنسبة لمحور كل من الأقطاب والفرش لتحديد لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج فى قطع عضو التوزيع وهو اما أن يكون المحورين متوازيين أى وضع الفرش أمام منتصف القطب ويكون لحـــام الأطراف فى منتصف خطوة الملف واما أن يكون المحــورين متعامدين فيكون اللحام أمام مجرى البداية .

ثانيا : هناك ارتباط بين كل من عدد قطاعات عضو التوزيع وعـــدد مجارى عضو الاستنتاج لتحديد عدد الموصلات التى يلف بها كل ملف وذلك عن طريق قسمة عدد القطاعات على عدد المجارى فاذا كان عدد القطاعات يساوى عدد المجــارى كان الناتج موصل واحد للف الملف واذا كان عـــدد القطاعات ضعف عدد المجارى كان الناتج موصلين للف الملف .

ثالثا : الارتباط بين كل من الخطوة القطبية والخطوة الخلفية وسنبين هذا فى طرق اللف .

الحصول على الخطوة القطبية من قسمة عدد مجارى عضو الاستنتاج على عدد الأقطـــاب .

الحصول على الخطوة الخلفية من قسمة عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب ويجب أن يكون الناتج فردى العدد .

كما يمكن الحصول على الخطوة الخلفية من (الخطوة القطبية × عدد موصلات المجرى) + ١ هذا ولكل من الطريقتين السابقتين للخطوة الخلفية استعمال خاص سنبينه فى طرق اللف .

التحضير لعملية اللف

بعد تنظيف عضو الاستنتاج من بقايا اللف القديم واختبار عضو التوزيع للتاكد من سلامته نبدأ فى تجهيز الآتى :

١ ـ السلك اللازم للف الملفات . ٢ ـ حامل لبكرة السلك .
٣ ـ الفورمة اللازمة . ٤ ـ حامل الفورمة .
٥ ـ جهاز آفو أو مصباح اختبار . ٦ ـ كاوية لحام مناسبة .
٧ ـ مطهر لحام والقصدير . ٨ ـ مطواه مناسبة .
٩ ـ قطعة شريط قطن . ١٠ ـ قطعة دوباره مناسبة .

لف الملفات له طريقتين اما لف يدوى واما باستعمال الفورمة :

طرق لف الملفات

أولا : اذا كان اللف يدوى نتبع الآتى :

١ ـ نبدأ بوضع طرف بداية الموصل أو الموصلين حسب ما يحتويه الملف من الموصلات فى أى مجرى من مجارى عضو الاستنتاج ثم نتجه بالسلك الى اليمين بمقدار خطوة الملف العملية ندخل بالموصل فى المجرى ونكمل عدد لفات الملف .

٢ ـ بعد الانتهاء من لف الملف الأول نبدأ ببداية الملف الثانى من مجرى نهاية الملف الأول وحسب خطوة اللف نكمل عدد لفات الملف الثانى .

٣ ـ بعد الانتهاء من لف الملف الثانى نبدأ ببداية الملف الثالث من مجرى نهاية الملف الثانى وحسب الخطوة نكمل عدد لفات الملف وهكذا حتى نكمل اللف .

ثانيا اذا كان اللف باستعمال الفورمة نتبع الآتى :

استط جانب البداية للملف الأول ولا تسقط النهاية ثم بداية الثانى والثالث والرابع حتى تصل الى المجرى المفروض اسقاط فيها نهاية الأول واسقط بداية ملف وفوقه نهاية الأول ثم اسقط بداية ملف وفوقه نهاية الثانى وهكذا حتى يكتمل لف عضو الاستنتاج .

نموذج لعملية اللف اليدوى

عضو استنتاج يحتوى على ١٢ مجرى وعدد اللامات ١٢ وعدد الأقطاب ٢ قطب .

بيانات اللف

سوف نشرح خطوات تقسيم عضو الاستنتاج لاعادة لفه وفى هذا المثال يمكن أن نقول أن الملف سيلف بسلك واحد وعدد لفات معينة .

اما خطوة الملف العملية فهى :

= عدد مجارى عضو الاستنتاج ÷ الأقطاب

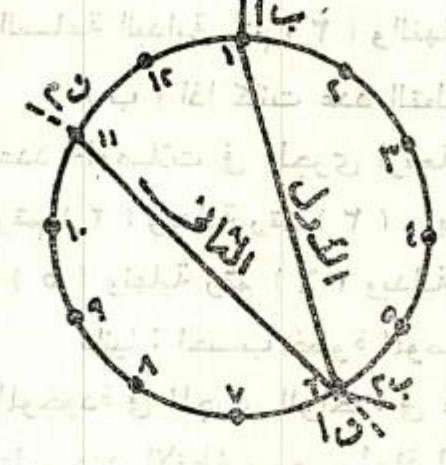
= ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

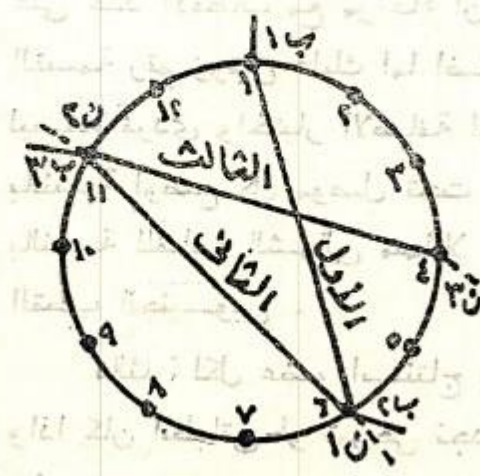
وعلى هذا يكون اسقاط الملفات بالطريقة الآتية :

مجرى بداية الملف مجرى نهاية الملف

الأول : ١ ——— ٦
الثانى : ٦ ——— ١١
الثالث : ١١ ——— ٤
الرابع : ٤ ——— ٩
الخامس : ٩ ——— ٢
السادس : ٢ ——— ٧
السابع : ٧ ——— ١٢
الثامن : ١٢ ——— ٥
التاسع : ٥ ——— ١٠
العاشر : ١٠ ——— ٣
الحادى عشر : ٣ ——— ٨
الثانى عشر : ٨ ——— ١







بعد أن تعرفنا على طرق اسقاط الملفات يجب أن نعرف بأن الأطوال المستقيمة من الموصل والموجودة داخل المجرى تعتبر هى الجزء الفعال أما الأجزاء خارج المجرى ما هى الا مكملة للدائرة الكهربية بين موصلين أحدهما فى مجرى والآخر فى مجرى ثانية والمسافة الموجودة بين الموصلين تسمى بخطوة الموصل وهى غير خطوة الملف — فاذا كان عدد مجارى عضو الاستنتاج يساوى عدد قطاعات عضو التوزيع يكون فى كل مجرى موصلين حدهما بداية ملف والثانى نهاية أما اذا كان عدد قطاعات عضو التوزيع ضعف عدد المجارى يكون فى كل مجرى أربعة موصلات اثنين بدايات واثنين نهايات ويتصل كل منها مع موصل آخر فى مجرى اخرى ولكى نتعرف على كيفية توصيل كل موصلين مع بعضهما نتبع الآتى :

أولا : (ا) اذا كان عدد القطاعات النحاسية يساوى عدد المجارى يكون كما شرحنا سابقا عدد الموصلات فى المجرى بداية ونهاية وتأخذ البداية رقم فردى والنهاية رقم زوجى وعلى هذا تكون المجرى الأولى البداية رقم (١) والنهاية رقم (٢) والمجر ىالثانية التى تلى الأولى فى اتجاه عقرب الساعة البداية رقم (٣) والنهاية رقم (٤) وهكذا فى باقى المجارى .

(ب) اذا كانت عدد القطاعات النحاسية ضعف عدد المجارى يكون عدد الموصلات فى المجرى أربعة على هذا الترتيب بداية رقم (١) ونهاية رقم (٢) وبداية رقم (٣) ونهاية رقم (٤) والمجرى التى تليها بداية رقم (٥) ونهاية رقم (٦) وبداية رقم (٧) ونهاية رقم (٨) وهكذا .

ثانيا : احسب خطوة الموصل الخلفية على أساس ضرب عدد الموصلات الموجودة فى المجرى الواحدة فى عدد مجارى عضو الاستنتاج ثم اقسم الناتج على عدد الأقطاب مع مراعاة أن يكون الناتج فردى العدد فاذا كان ناتج القسمة رقم زوجى عليك أما اضافة واحد أو طرح واحد من الرقم الزوجى ليصبح فردى واختيار الاضافة أو الطرح يكون على أساس الأصلح فيهما بالنسبة لوضع كل موصل تحت القطب أى يكون وضع الموصل البداية بالنسبة للقطب الشمالى متماثلا مع الموصل النهاية بالنسبة لوضعه تحت القطب الجنوبى .

ثالثا : لكل عضو استنتاج بالنسبة لعدد موصلاته الكلية وعدد أقطابه واذا كان انطباقى أو تموجى نجد له جدول خاص لموصلاته بين الخطوة الأمامية والخطوة الخلفية .

بيان الخطوة القطبية والخلفية والأمامية

١ ــ الخطوة القطبية هى الخطوة العملية وتحــدد خطوة الملف من حيث رقم مجرى البداية ومجرى النهاية .

٢ ــ الخطوة الخلفية هى الخطوة النظرية التى تساعد على رســم انفراد لف عضو الاستنتاج باعتبار الملف لفه واحده وعن طريقها يحدد رقم نهاية كل بداية .

٣ ــ الخطوة الأمامية هى التى تحدد لحام أطــراف النهايات مــع البدايات فى قطاعات عضو التوزيع .

هنا يمكن القول أنه لا غنى فى الناحية العملية والنظريــة عن كل من الخطوة القطبية والخلفية لارتباط الاثنين من حيث القيمة كما كل منهما تعدل الأخرى فى الحالات الآتية :

هناك حالات تكون فيها الخطوة القطبية بها كسر مثل اذا كان عــدد المجارى ١٤ مجرى والأقطاب ٤ قط بتكون الخطوة القطبية فى هذه الحالة = ١٤ ÷ ٤ = ٣½ وهذا الناتج يجب تعديله الى رقم صحيح فنجــد الذى يعدله الى ٣ أو ٤هوالخطوة الخلفية بالقانون الآتى :

الخطوة الخلفية = (الرقم الصحيح للقطبية × عدد موصلات المجرى) + ١

وهناك حالات تكون فيها الخطوة الخلفية زوجية العدد مثل ١٠ أو ١٢ أو ١٤ فهذا الناتج الزوجى يجب تعديله الى رقم فردى بزائد واحد أو ناقص فمتى يكون الزائد ومتى يكون الناقص .

(أ) اذا كان الملف ملفوف من سلك واحد تحسب الخطوة الخلفيــة على أساس : عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب فاذا كان الناتج زوجى تحسب بناقص واحد .

(ب) اذا كان الملف ملفوف بأكثر من سلك تحسب الخطوة الخلفية على أساس : عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب فاذا كان الناتج زوجى تحسب بزائد واحد أو عن طريق (الخطوة القطبيــة الصحيحة × عــدد موصلات المجرى) + ١ .

كما أن هناك حالات التى تحسب فيها الخطوة الخلفية على أساس + ١ تعدل معها الخطوة القطبية بزائد واحد أيضا والسبب فى تعديل الخطــوة

القطبية رغم أنها سليمة هو ضبط وضع جانبى الملف تحت كل من القطب الجنوبى والقطب الشمالى وسنبين هذه الأوضاع فى الأمثلة الآتية :

مثـــال ١

عضو الاستنتاج يحتوى على ٨ مجرى ، ٨ قطعة عضـــو توزيـــع ، ٢ قطب وضع الفرش موازى لمحور الأقطاب .

التقسيم

١ — عدد موصلات لف الملف

= عدد القطاعات ÷ عدد المجـارى

= ٨ ÷ ٨ = ١ موصل

٢ — عدد الموصلات فى المجرى

= عدد موصـــلات الملف × جـانبين

= ١ × ٢ = ٢ موصل

٣ — عدد الموصلات فى جميع المجارى

= عدد موصلاتالمجرى × عددالمجارى

= ٢ × ٨ = ١٦ موصـــل

٤ — الخطوة القطبية أو العملية

= عدد المجارى ÷ عدد الأقطاب

= ٨ ÷ ٢ = ٤

٥ — الخطوة الخلفية

= عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب

= ١٦ ÷ ٢ = ٨ تحول الى فردية ٧ أو ٩

الجدول

+ ٧		— ٥	
الخلفية		الأمامية	
١	٨	٨	٣
٣	١٠	١٠	٥
٥	١٢	١٢	٧
٧	١٤	١٤	٩
٩	١٦	١٦	١١
١١	٢	٢	١٣
١٣	٤	٤	١٥
١٥	٦	٦	١

لو أعطينا البداية رقم فردى والنهاية رقم زوجى ٢ — ٤ — ٦ — ٨ وحيث أن الخطوة القطبية ٤ تكون النهاية الموجودة بها رقـــم ٨ هى الخاصة بالبداية رقم ١ وعلى هذا تعدل الخلفية الى ٧

٦ — الخطـــوة الأمامية

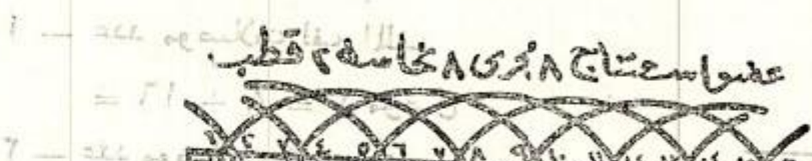
= الخطوة الخلفية — ٢ والناتج بالناقص

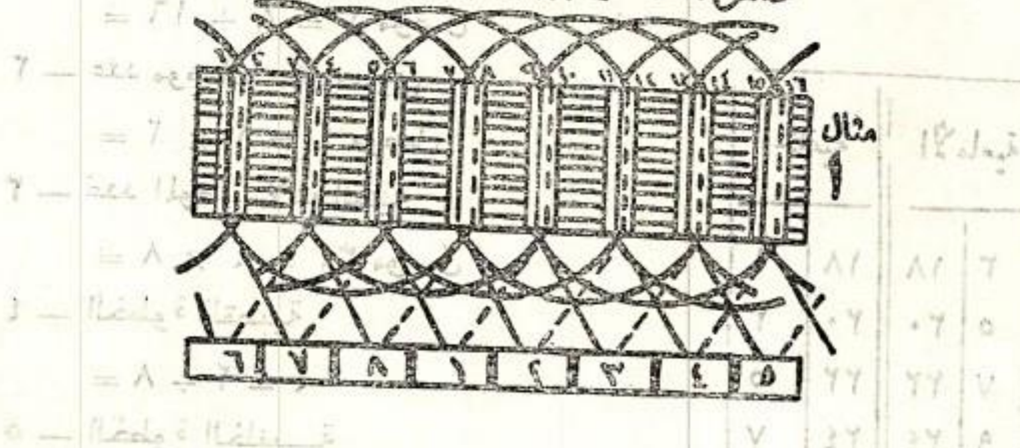
= ٧ — ٢ = — ٥

وعلى هذا يعمل الجدول على أساس الخلفية + ٧ وأماميـــة — ٥ واللحام انطباقى منتصف الخطوة .

محرك عضو استنتاجه ٨ مجرى وعضو التوزيع ٨ قطعة

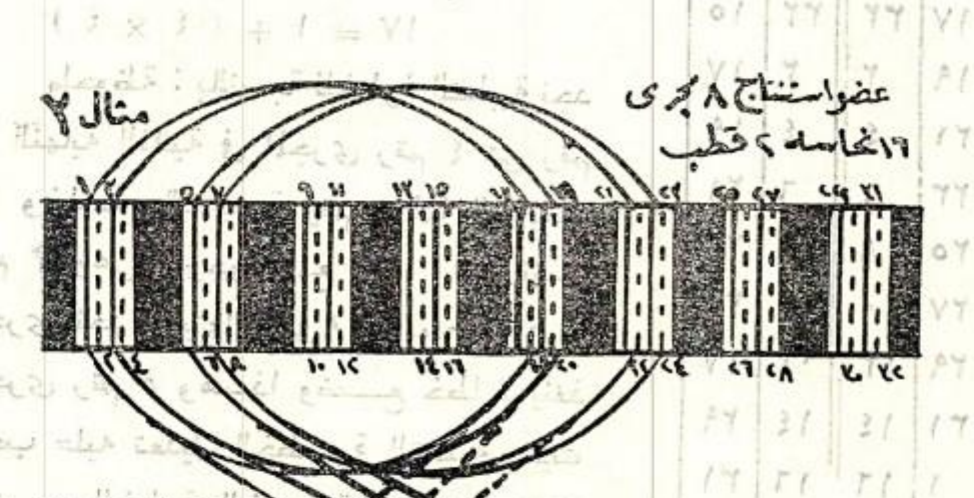
٢ قطب





محرك عضو استنتاجه ٨ مجرى وعضو التوزيع ١٦ قطعة

٢ قطب



مثـــال ٢

عضو استنتاج يحتوى على ٨ مجرى ، ١٦ قطعة عضـــو توزيع ، ٢ قطب ومحاور الفرش والأقطاب موازية .

التقسيم

١ ــ عدد موصلات لف الملف

= ١٦ ÷ ٨ = ٢ موصل

٢ ــ عدد موصلات كل مجرى

= ٢ × ٢ = ٤ موصل

٣ ــ عدد الموصـــلات الكلية

= ٨ × ٤ = ٣٢ موصل

٤ ــ الخطوة القطبية

= ٨ ÷ ٢ = ٤

٥ ــ الخطوة الخلفيـــة

= ٣٢ ÷ ٢ = ١٦ تعدل الى نردى ١٥ ، ١٧ ــ الخطوة الخلفية

= (الخطوة القطبية×موصلات المجرى) + ١

(٤ × ٤) + ١ = ١٧

ملحوظة : بالنسبة للخطوة القطبية نجد أن النهاية الثانية فى المجرى رقم ٤ هى رقم ١٦ وخاصة بالبدايـــة رقم ١ اما البدايـــة رقم ٣ وهى الموجودة مع رقم ١ فى نفس المجرى نجد نهايتها رقم ١٨ وموجـــودة فى المجرى رقم ٥ وهـــذا وضـــع خطأ لا ينفذ ويجب عليه تعديل الخطـــوة القطبية بحيث تتفق مع الخطوة الخلفيـــة فتصبح ٥ بدلا من ٤ وتعديل الخلفية ١٦ بزائد واحد فتصبح ١٧ وهنا يكون القانون الثانى للخلفية هـــو الأصح .

الخلفية		الأمامية	
١	١٨	١٨	٣
٣	٢٠	٢٠	٥
٥	٢٢	٢٢	٧
٧	٢٤	٢٤	٩
٩	٢٦	٢٦	١١
١١	٢٨	٢٨	١٣
١٣	٣٠	٣٠	١٥
١٥	٣٢	٣٢	١٧
١٧	٢	٢	١٩
١٩	٤	٤	٢١
٢١	٦	٦	٢٣
٢٣	٨	٨	٢٥
٢٥	١٠	١٠	٢٧
٢٧	١٢	١٢	٢٩
٢٩	١٤	١٤	٣١
٣١	١٦	١٦	١

٦ ــ الخطوة امامية

= الخلفية ــ ٢ = ١٧ ــ ٢ = ١٥

وعلى هذا يكون الجدول الخلفية + ١٧ والأمامية ــ ١٥

مثـــال ٣

محرك تيار مستمر لمحرك ميلينكس فرنسى عدد المجارى ١٠ مجرى وعدد اللامات ١٠ لامه لعضو التوزيع وعدد لفات كل ملف ١٦٧ لفة من سلك قطر ١٥ر. مم خطوة الملف ١ — ٥ .

التقســيم

١ — عدد موصلات لف الملف = ١٠ ÷ ١٠ = ١ موصل

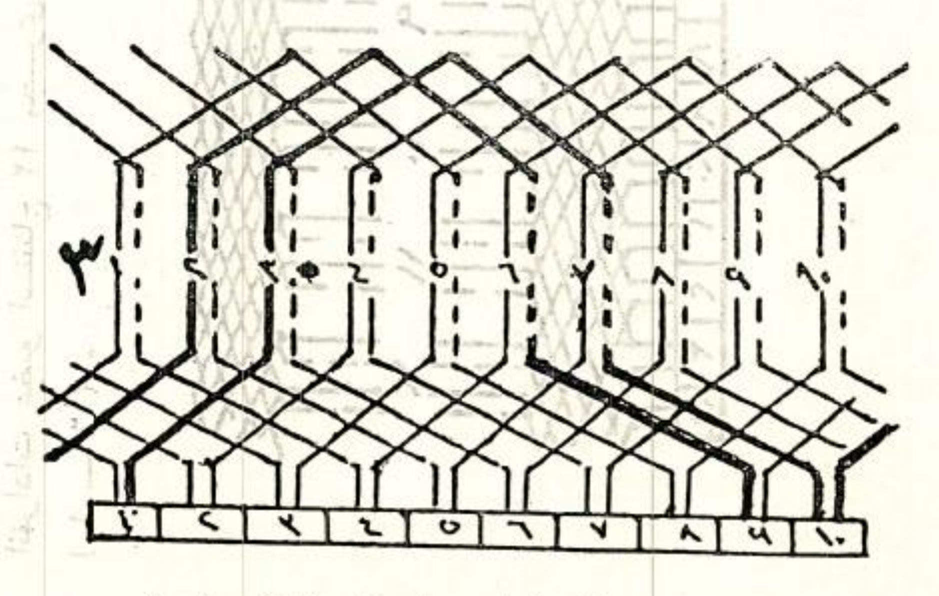
٢ — عدد الموصدت فى المجرى = ١ × ٢ = ٢ موصل

٣ — عدد الموصلات لكل المجارى = ٢ × ١٠ = ٢٠ موصل .

٤ — الخطوة القطبية = ١٠ ÷ ٢ = ٥

٥ — الخطوة الخلفية = ٢٠ ÷ ٢ = ١٠ تعدل الى ٩ حيث أن المجــرى رقم ٥ حسب الخطوة القطبية بها النهاية رقم ١٠ وهى الخاصــة بالبدايــة رقم ١

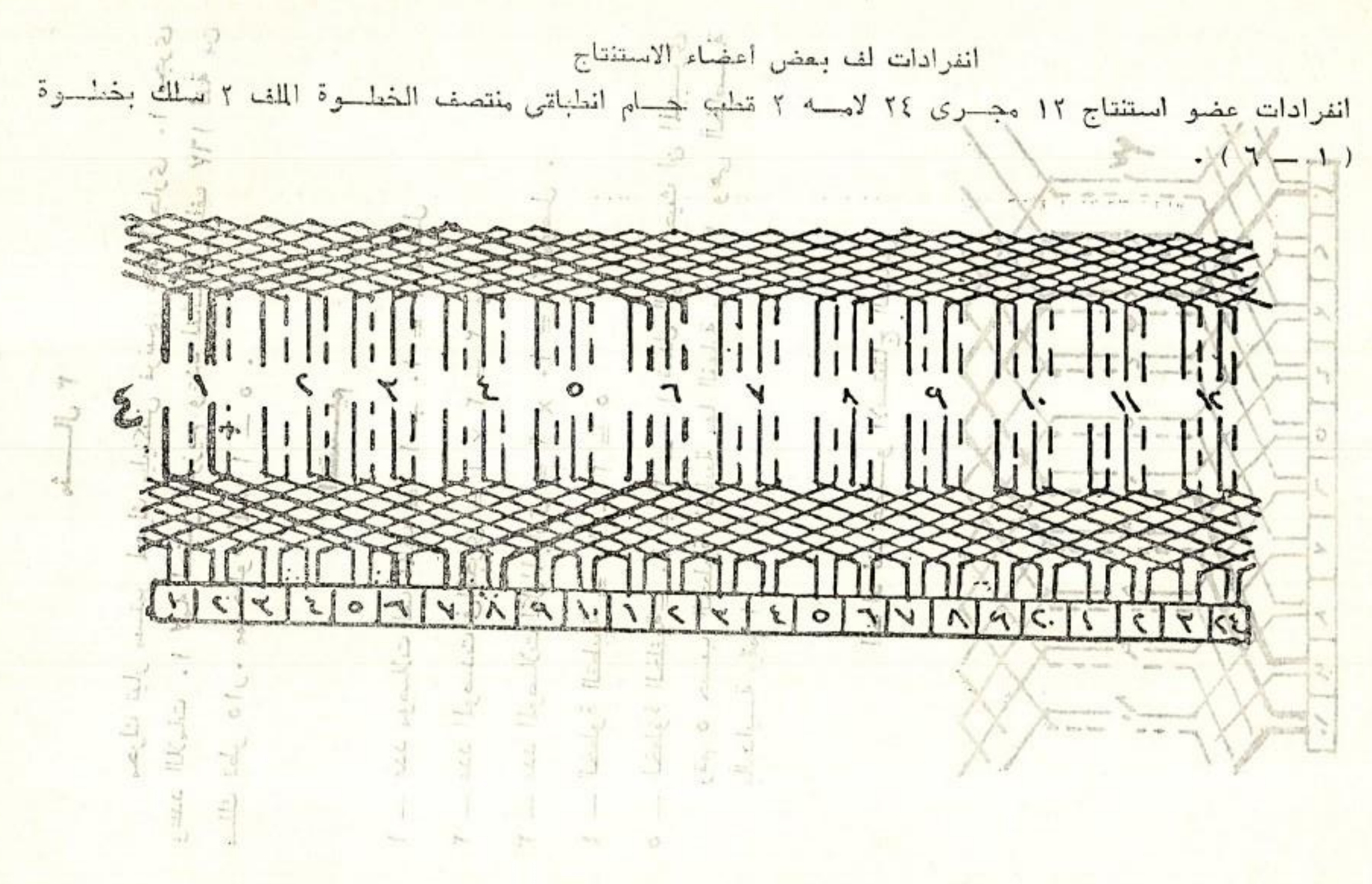
انفراد لف عضــو الاستنتاج السابق



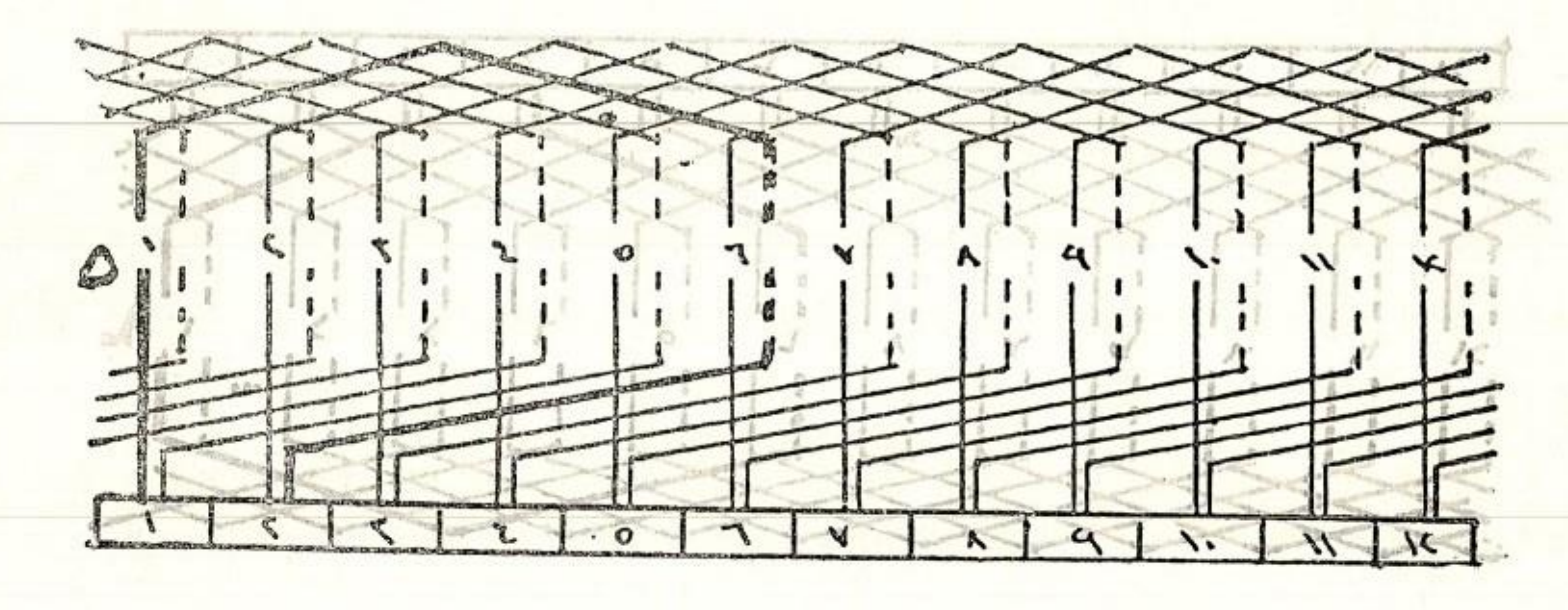
لحام منتصف الخطوة مرحل الى الخلف شمال

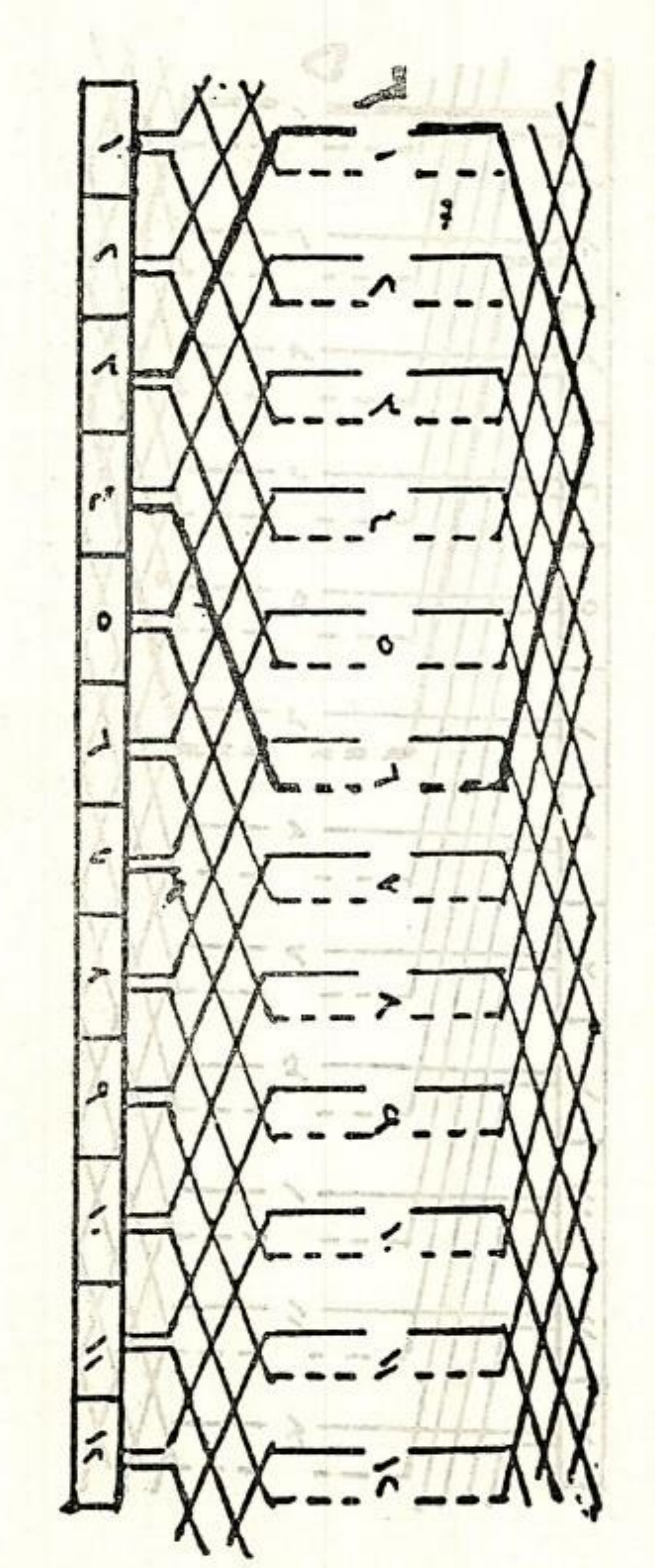
انفرادات لف بعض أعضاء الاستنتاج

انفرادات عضو استنتاج ١٢ مجـرى ٢٤ لامــه ٢ قطب جـام انطباقى منتصف الخطـوة الملف ٢ سلك بخطـوة (١ — ٦) .

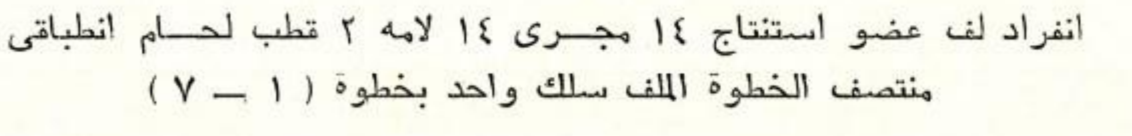


عضو استنتاج ١٢ مجرى ١٢ لامه ٢ قطب لحـــام انطباقى
امام المجرى الملف سلك واحد بخطوة (١ — ٦)

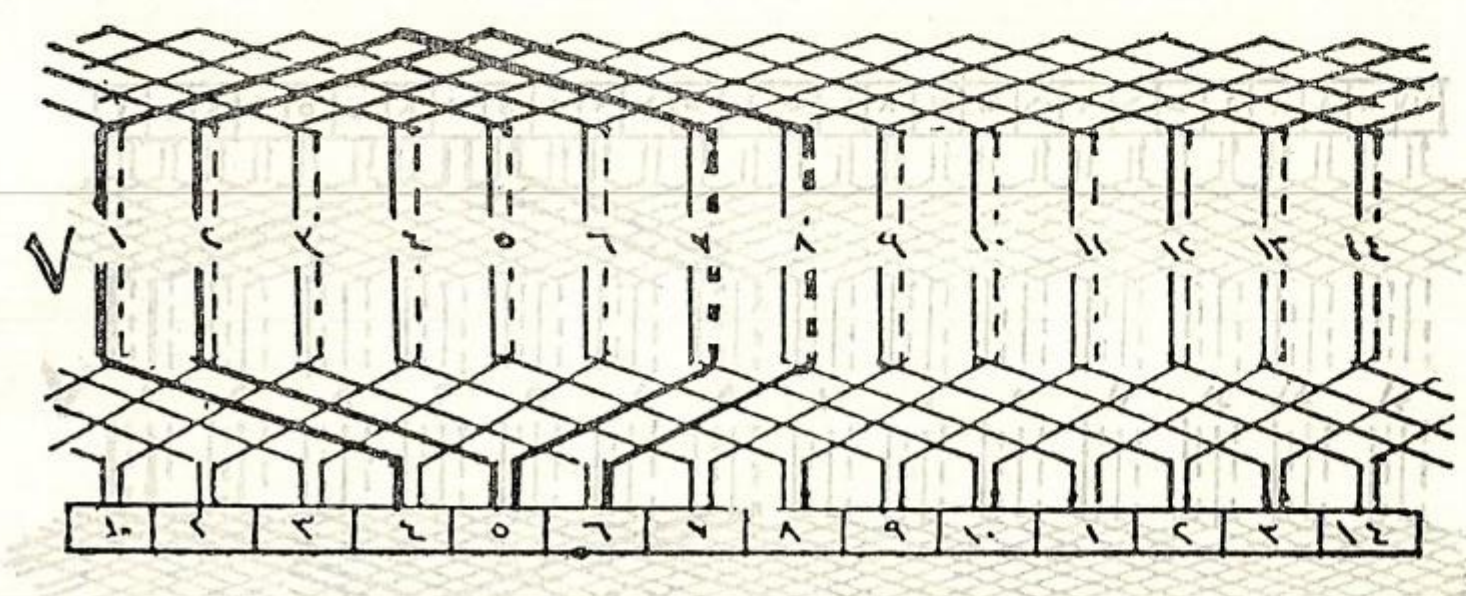




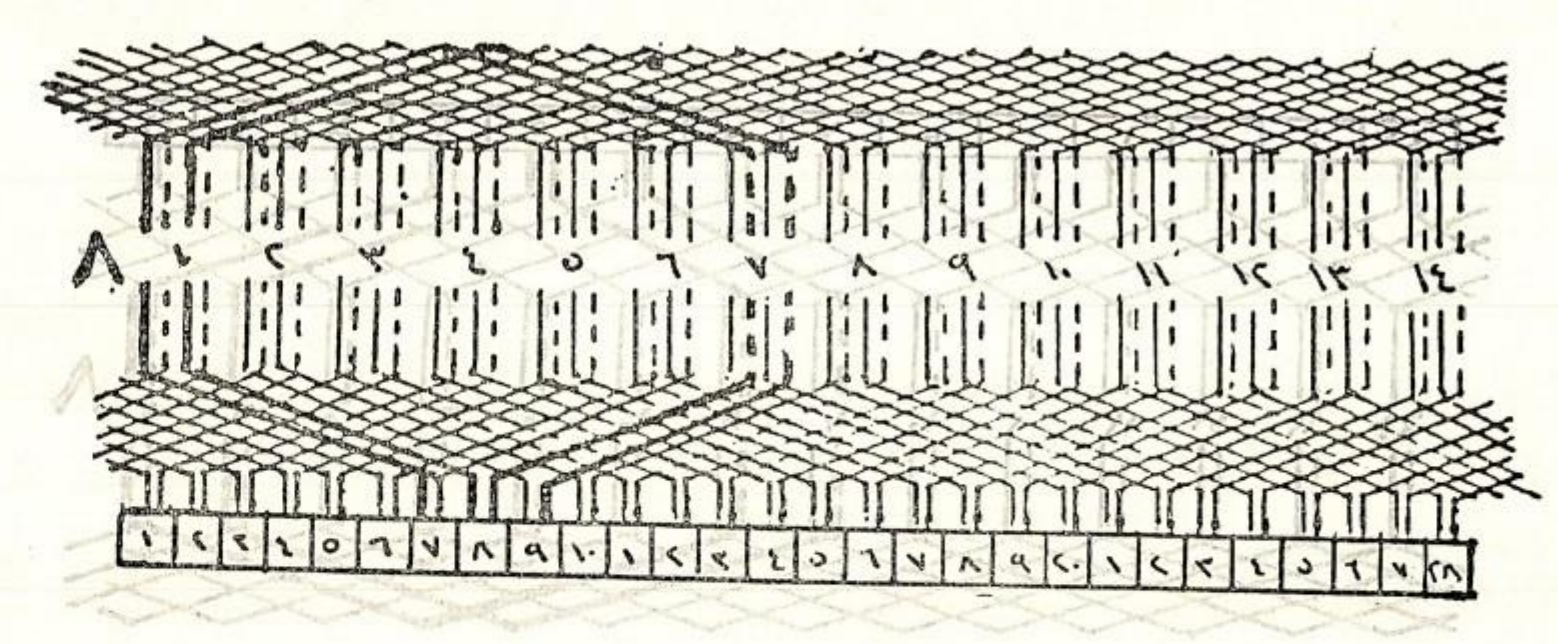
انفراد لف عضو استنتاج ١٢ مجرى ١٢ لامه ٢ قطب لحام انطباقى
فى منتصف الخطوة خطوة اللف ١ — ٦ اللف سلك واحد



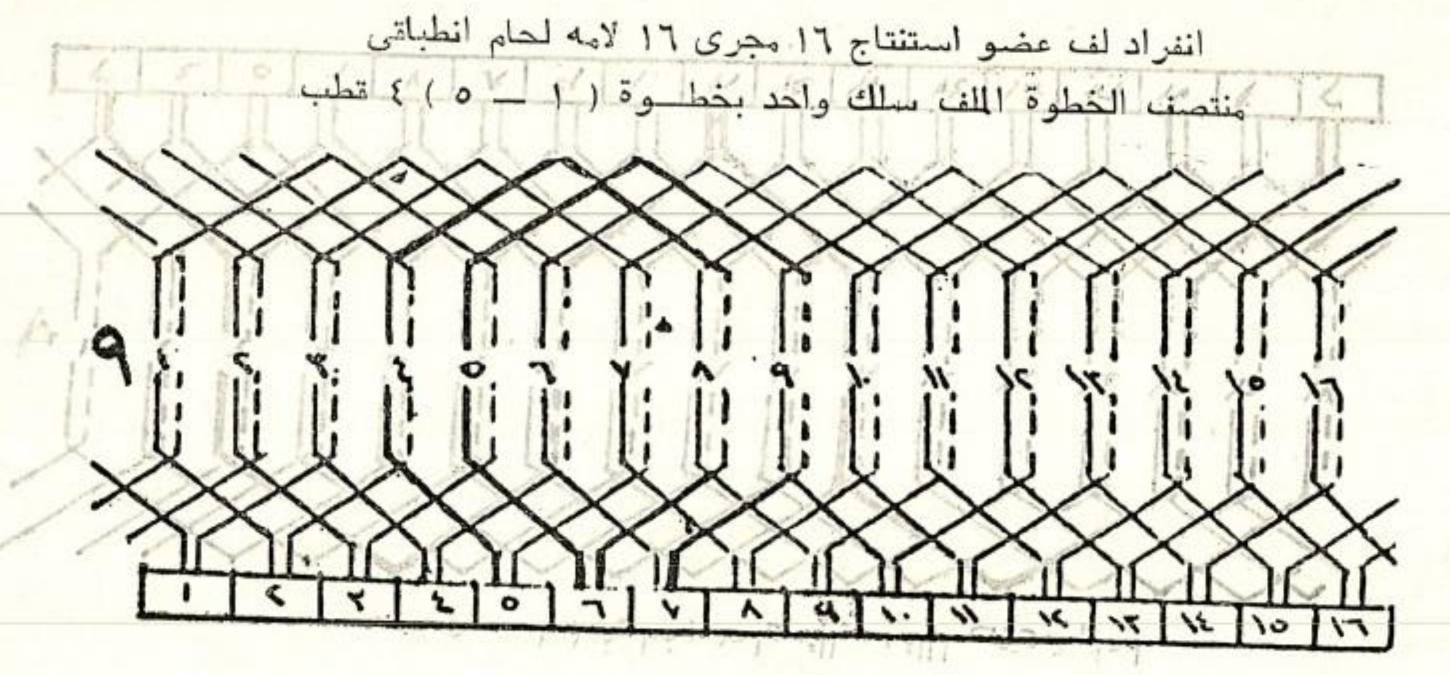
انفراد لف عضو استنتاج ١٤ مجرى ١٤ لامه ٢ قطب لحام انطباقى
منتصف الخطوة الملف سلك واحد بخطوة (١ ـ ٧)



انفراد لف عضـــو استنتاج ١٤مجرى ٢٨ لامـــه لحـــام انطباقى
منتصف الخطوة الملف ٢ سلك بخطوة (١ ــ ٧)

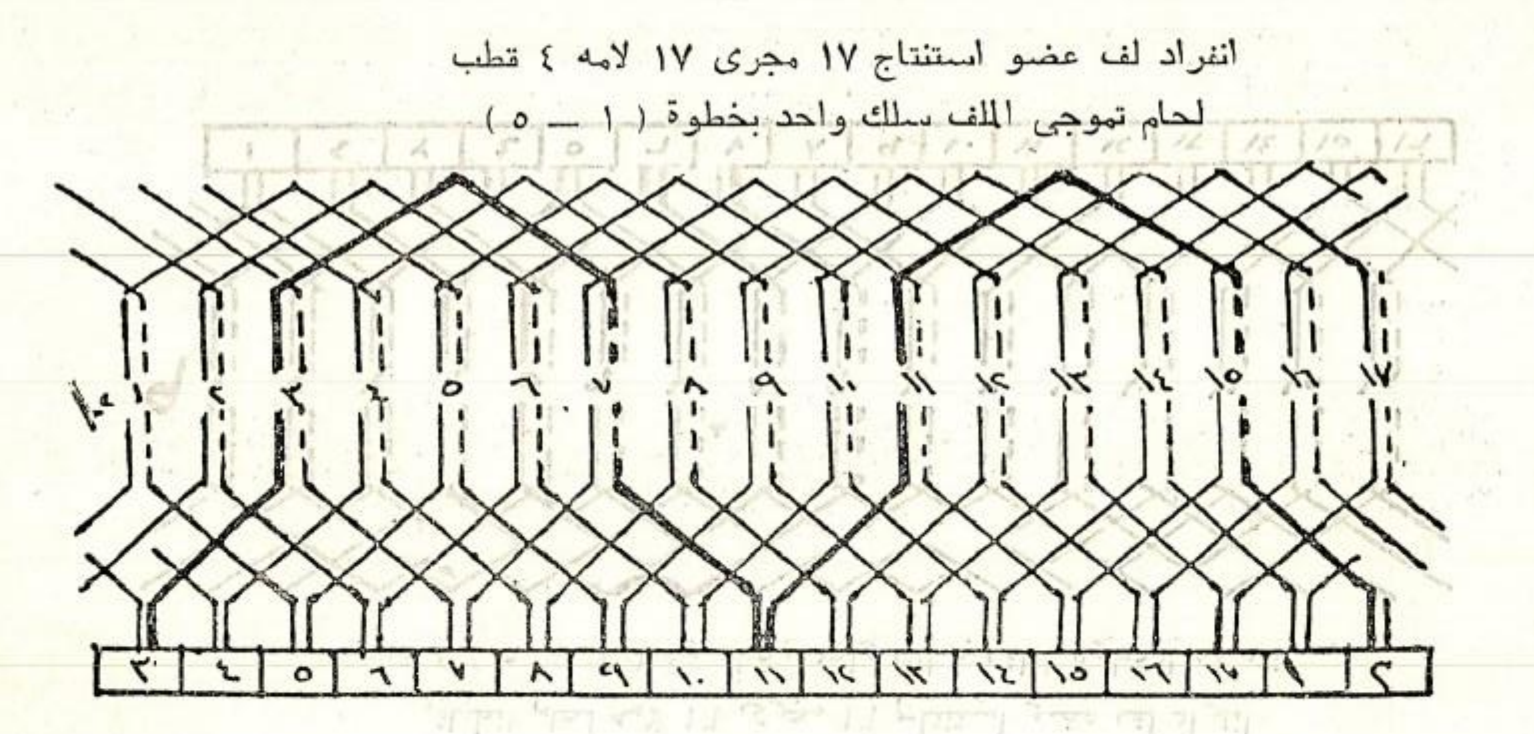


انفراد لف عضو استنتاج ١٦ مجرى ١٦ لامه لحام انطباقى
منتصف الخطوة الملف سلك واحد بخطـــوة (١ ـــ ٥) ٤ قطب



انفراد لف عضو استنتاج ١٧ مجرى ١٧ لامه ٤ قطب

لحام تموجى الملف سلك واحد بخطوة (١ ــ ٥)



انفراد لف عضـــو اســـتنتاج ١٩ مجـرى ١٩ لامـــه
الملف سلك واحد بخطوة (١ ــ ٩) خاص بمحرك ميلينكس
فرنسى عدد لفات الملف ٥٢ لفة قطر السلك ٣ر٠ مم

لحام انطباقى منتصف الخطوة البداية والنهاية مرحلة الى الخلف شـــمال

العلاقة بين عدد الأقطاب وعدد الفرش
فى الانطباقى والتموجى

فى حالة الانطباقى نجد أن عدد الفرش ثابت لا يتغير الا اذا تغير عدد الاقطاب وعلى هذا نجد أن عدد الفرش دائما يساوى عدد الأقطاب .

فاذا كان عدد اقطاب مثلا أربعة نجد أن عدد الفرش هو ايضا أربعة وحيث أن ملفات عضو الاستنتاج قسمت كهربيا حسب عدد اقطاب فاننا نجد فى هذا المثال أن ربع الملفات محصورة بين فرشتين متماثلتين الأمر الذى يترتب عليه تواجد أربعة دوائر توازى .

ولكن فى حالة التموجى نجد الوضع يختلف فاذا كان عدد الاقطاب أربعة كالمثال السابق فان عدد الفرش لا يخضع لهذا العدد حيث أنه يمكن جعل عدد الفرش أربعة فى بعض الحالات ولكن من الشرح الخاص بالتموجى تعرفنا على عدد دوائر التوازى فى التموجى لا يتغير عن اثنين مهما تغير عدد الأقطاب وفى هذه الحالة يمكن الاستغناء عن فرشتين من الاربعة والاكتفاء بفرشتين فقط ويمكن تطبيق هذا على أى عدد من الاقطاب .

هنا يمكن القول بالتعريف الآتى :

فى حالة الانطباقى الوضع ثابت وتساوى عدد الأقطاب مع عدد الفرش مع عدد دوائر التوازى .

أما فى حالة التموجى الوضع فيه اختيار بالنسبة لعدد الفرش وعدد الأقطاب حيث يمكن جعل عدد الفرش يساوى عدد الأقطاب واما أن نجعل عدد الفرش اثنين فقط مهما كان عدد الأقطاب ولكن الثابت الذى لا يتغير هو عدد دوائر التوازى فهو دائرتين دائما لا تتغير بتغير عدد اقطاب .

عندما يعدل عدد الفرش فى التموجى الى فرشتين فقط نجد هذا الوضع من الناحية العملية أن تتحمل كل فرشة من الاثنين شدة تيار الآلة بالكامل الأمر الذى يترتب عليه تغير حجم الفرشة الى اكبر كى تتحمل هذه الشدة من التيار وتتناسب مع عضو التوحيد .

وعندما نستعمل الفرش بعددها الأصلى نجد أن شدة التيار توزع بين الفرش المتماثلة فتقل شدة التيار الواقعة على كل فرشة وهنا يكون حجم الفرشة أصغر وهذه الحالة نجدها تستعمل فى المولدات الكبيرة القدرة حيث نجد أن عدد الفرش يساوى عدد الأقطاب .

مقارنة بين الانطباقى والتموجى

١ — فى الانطباقى : نحصل على (ق.د.ك) منخفضة وشدة تيار عالية .
فى التموجى : نحصل على (ق.د.ك) عالية وشدة تيار منخفضة .
٢ — فى الانطباقى : عدد دوائر التوازى تساوى عدد الأقطاب .
فى التموجى : عدد دوائر التوازى اثنين فقط مهما كان عدد الأقطاب .
٣ — فى الانطباقى : لحام اطراف الموصلات له وضعين اما أمام المجرى أو فى منتصف الخطوة حسب وضع الفرش بالنسبة لمحور الأقطاب .
فى التموجى : لحام أطراف الموصلات له وضع واحد وهو الاتجاه بطرف البداية الى جهة اليسار بمقدار نصف خطوة الملف العملية والاتجاه بطرف النهاية جهة اليمين بمقدار نصف خطوة الملف العملية ومع الالتزام بالخطوة الأمامية الموجودة فى الجدول .
٤ — يستعمل الجدول سواء فى الانطباقى والتموجى لتحديد خطوة الموصل الخلفية والأمامية فى شرح رسم الانفراد الخاص بعملية اللف مع مراعاة أن تكون الخطوة فردية .
٥ — تستعمل الخطوة العملية للملف فى التنفيذ العملى لتحديد المجرتين الخاصيتين بجانبى الملف مع العلم بأن مقدار هذه الخطوة اما أن يكون فردى وأما أن يكون زوجى كما شرحنا سابقا .
٦ — فى الانطباقى الخطوة الخلفية بالزائد والأمامية ناقص .
فى التموجى كل من الأمامية والخليفة بالزائد .

محركات التيار المستمر

تنقسم أنواع محركات التيار المستمر بالنسبة لنوعية توصيل ملفات التنبيه فى المحرك مع المنتج فهى أما أن تكون بالتوالى أو بالوازى أو يجمع المحرك بين ملفات التوالى والتوازى .

محرك التوالى : فى هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوالى وتتكون من سلك ذو مقطع كبير وعدد لفات قليلة — ويعتبر هذا المحرك من النوع المتغير السرعة حيث تقل بزيادة الحمل الواقع عليه وتزداد بنقصانه ، لذا يلزم عدم تشغيله بدون حمل حتى لا يدور بسرعة عالية كما أن عزم دورانه عند الابتداء يكون كبير وبذلك يمكنه القيام بالحمل عند دورانه وهو يستعمل فى الأوناش وآلات الجر والقاطرات ويمكن التحكم فى سرعته بوضع مقاومة بالتوازى مع ملفات التنبيه .

محرك التوازى : فى هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوازى وتتكون من سلك ذو مقطع صغير وعدد لفات كثيرة — يعتبر هذا المحرك ثابت السرعة مهما تغير الحمل وعزم دورانه يزداد بزيادة الحمـل ولكن عند بدء الحركة يكون عزمه صغير لذا يستعمـل فى الأغـراض التى لا يقوم فيها المحرك بالحمل والتى تحتاج الى سرعة ثابتة ويكمن التحـكم فى سرعته بتوصيل مقاومة بالتوالى مع ملفات التنبيـه بحيث تتحـكم فى الفيض المغناطيسى الخاص بالأقطاب .

هذا ويمكن عكس اتجاه دوران النوعين السابقين وذلك عن طريق عكس اتجاه سير التيار اما فى المنتج أو فى ملفات التنبيه .

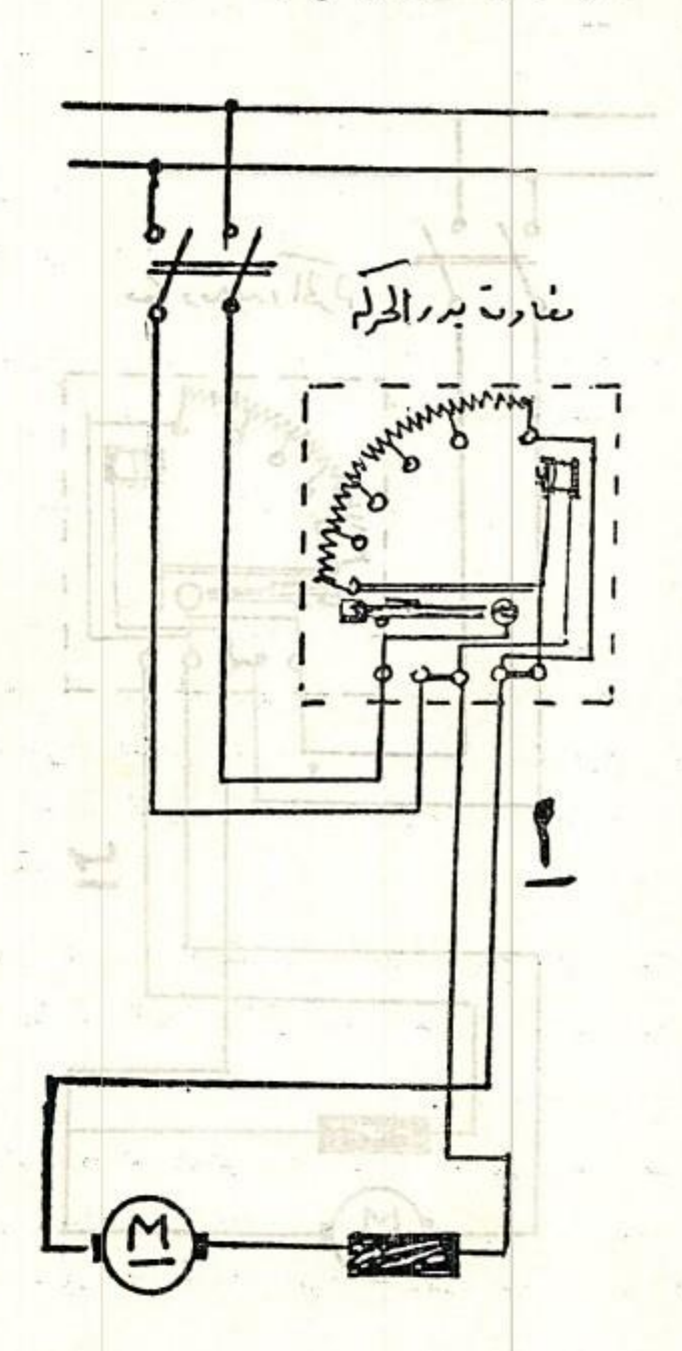
المحرك المركب : ينقسم المحرك المركب الى نوعين محرك مركب طويل ومحرك مركب قصير كلاهما نقسم الى أما مركب أضافى أو مركب فرقى ونظرا لاحتواء هذا النوع من المحركات على نوعين من ملفات التنبيه حيث نجد ملفات تنبيه تتصل بالتوازى مع المنتج وملفات أخرى تتصل بالوالى مع المنتج لذا سمى بالمحرك المركب — اما من حيث مركب اضافى ومركب مرقى سواء فى المركب الطويل أو القصير يرجع هذا الى سير اليار فى ملفات التوالى حيث نجد الآتى :

(أ) محر كمركب اضافى : فى هذا النوع تكون مغناطيسية ملفات التوالى تساعد ملفات التوازى أى سير التيار فى كل من ملفـات التوازى والتوالى واحد .

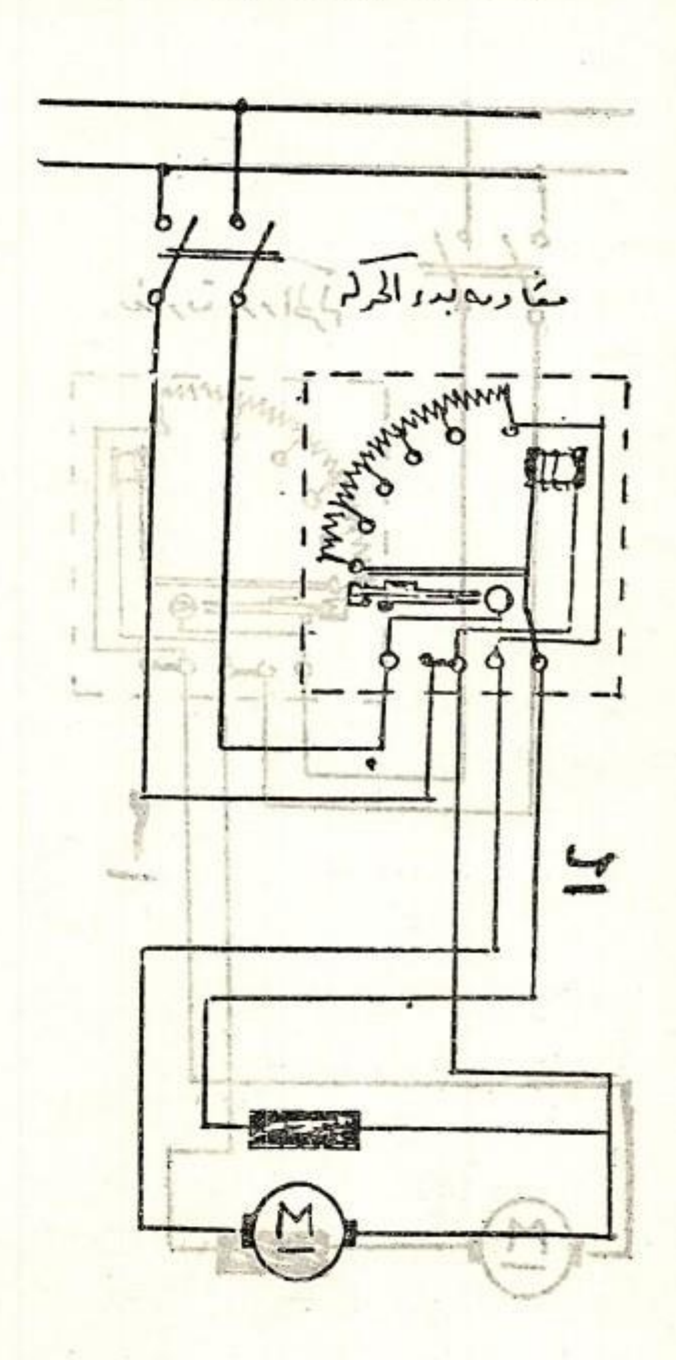
(ب) محرك مركب فوقى : فى هذا النوع تكون فيه مغناطيسية ملفات التوالى تعاكس مغناطيسية ملفات التوازى وتكون الاستفادة بالفرق بينهما لأن سير التيار يكون فى ملفات التوالى عكس اتجاه سير اليار فى ملفات الوازى .

ملاحظة : المحرك الفرقى تزداد سرعته بزيادة الحمل لأن تيار الحمل فى ملات الوالى يضاد المجال الرئيسى لذا نجد اسـتعماله قليل أما المحـرك الاضافى له خواص محرك التوازى ويستعمل بكثرة .

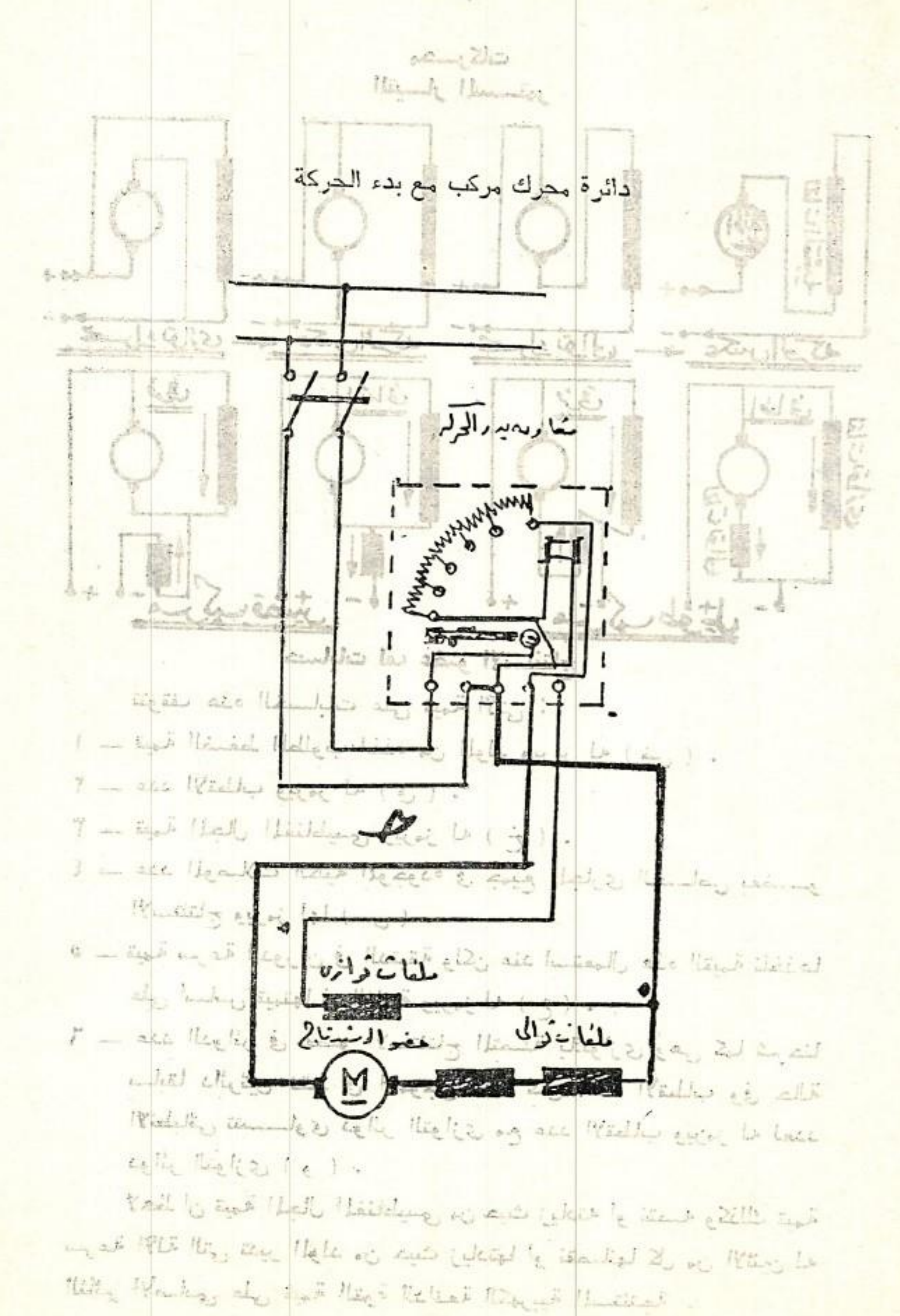
دائرة محرك توالى مع بدء الحركـــة



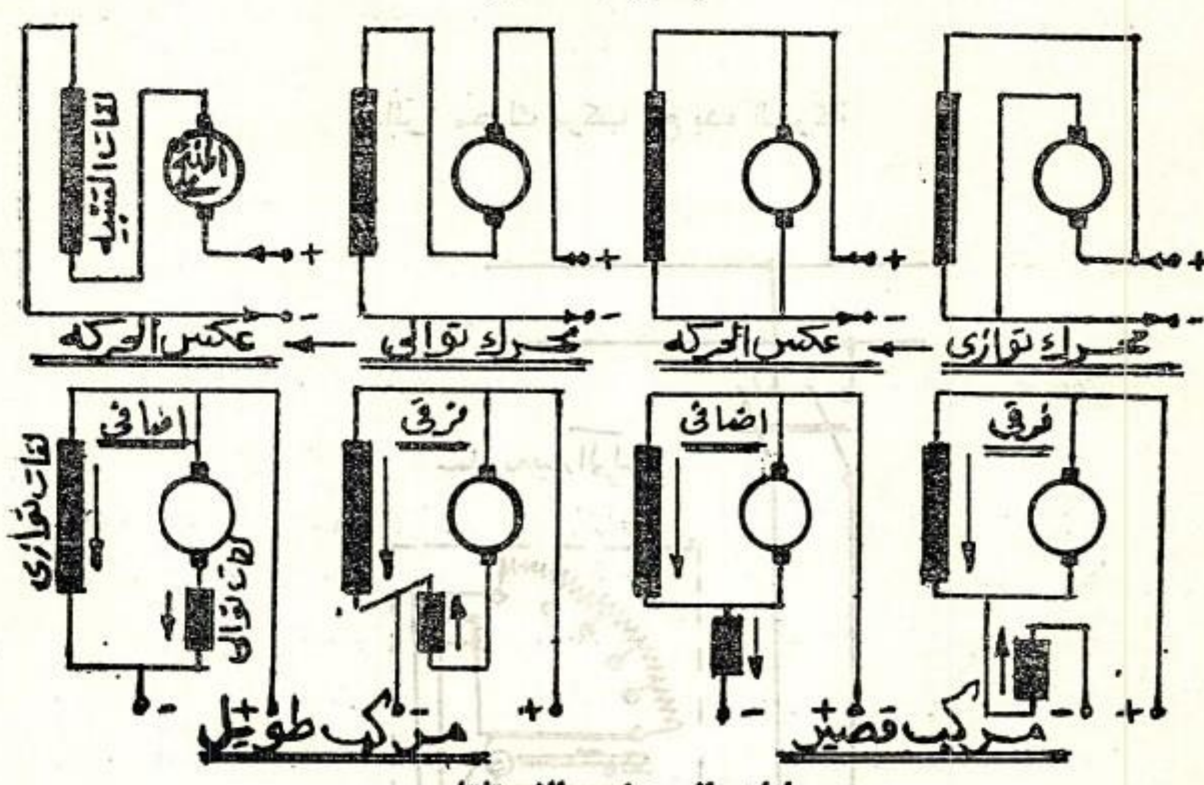
دائرة محرك توازى مع بدء الحركة



دائرة محرك مركب مع بدء الحركة



محــركات التيــار المســتمر



حسابات لف عضو الاستنتاج

تتوقف هذه الحسابات على قيمة الآتى :

١ ــ قيمة الضغط المطلوب أخذه من المولد ويرمز له (ض) .

٢ ــ عدد الأقطاب ويرمز له (ق) .

٣ ــ قيمة المجال المغناطيسى ويرمز له (خ) .

٤ ــ عدد الموصلات الكلية الموجودة فى جميع المجارى الخــاص بعضــو الاستنتاج ويرمز لها (س) .

٥ ــ قيمة سرعة الدوران فى الدقيقة ولكن عند استعمال هذه القيمة نأخذها على أساس قيمتها فى الثانية ويرمز له (ع) .

٦ ــ عدد الدوائر فى عضو الاستنتاج المتصلة بالتوازى وهى كما شرحنا سابقا دائرتين فقط فى التموجى مهما كان عدد الأقطاب وفى حالة الانطباقى تتســـاوى دوائر التوازى مع عدد الأقطاب ويرمز له لعدد دوائر التوازى (و) .

لاحظ أن قيمة المجال المغناطيسى من حيث زيادته أو نقصه وكذلك قيمة سرعة الآلة التى تدير المولد من حيث زيادتها أو نقصانها كل من الاثنين له التأثير الأساسى على قيمة القوة الدافعة الكهربية المستنتجة .

من البيانات السابقة يمكن حساب قيمة (ق.د.ك) المستنتجة فى عضو الاستنتاج على أساس تركيب القانون الآتى :

$$\text{ض} = \frac{\text{ق} \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع}}{\text{و} \times ١٠^{٨} \times ٦٠} = \text{فولت}$$

تعتبر تركيبة هذا القانون للحصول على قيمة (ض) هى واحدة من تركيبات أخرى يستعمل فيها نفس الرموز السابقة .

هذا ويمكن حساب (ض) أيضا على النحو التالى فى الانطباقى

$= \text{خ} \times \text{ع ثانية} \times \text{س} \times ١٠^{-٨}$

أما فى التموجى = عدد أزواج الأقطاب $\times$ خ $\times$ ع ثانية $\times$ س $\times ١٠^{-٨}$

ولكى نحصل على عدد الأسلاك الكلية فى القانون السابق نعلم أن كل مجرى من مجارى عضو الاستنتاج يوجد بها جانبى ملف فاذا كان جانب الملف عبارة عن ١٥ لفة يكون فى المجرى ٣٠ سلك واذا كان عدد المجارى مثلا ١٢ مجرى يكون عدد الأسلاك هو حاصل ضرب عدد الأسلاك فى المجرى فى عدد المجرى = ٣٠ × ١٢ = ٣٦٠ سلكا .

ملاحظة : فى حالة الانطباقى نظرا لقسمة عدد الأقطاب على عدد دوائر التوازى وهما متساويان والناتج واحد صحيح نجد فى قانون (ض) فى الانطباقى لم يضع هذا فى الاعتبار فى حالة التموجى نظرا لأن عدد الدوائر التوازى دائما اثنين نجد فى قانون (ض) تموجى تقسم عدد الأقطاب (ق) على (و) وهى عدد دوائر التوازى ويقال عنها فى بعض الأحوال عدد أزواج الأقطاب نظرا لقسمة عدد الأقطاب على اثنين .

مثـــال

مولد يراد معرفة قيمة ضغطه فى حالة التموجى والانطباقى اذا كان مقدار الفيض المغناطيسى ٦٠٠٠٠٠ خط وعدد الأقطاب ٤ وسرعة دورانه ١٠٠٠ لفه/دقيقة وعدد مجارى عضو الاستنتاج ١٢ مجرى وعدد قطاعات عضو التوحيد ١٢ قطعة وعدد لفات الملف الواحد ٢٥ لفة

الحـــل

نظراً لأن عدد المجارى = عدد قطاعات التوحيد اذن عدد الملفات يكون ١٢ ملف .

عدد الأسلاك فى المجرى = ٢٥ لفة وتعتبر جانب واحد ونظرا لتواجد جانبين فى المجرى اذن يكون العدد لأسلاك المجرى الواحد (٥٠ سلك) .

∴ عدد الموصلات الكلية = ١٢ مجرى × ٥٠ سلك = ٦٠٠ سلك

$$\therefore \text{الضغط فى حالة التموجى} = \text{خ} \times \frac{\text{ع}}{٦٠} \times \frac{\text{ق}}{\text{و}} \times \text{س} \times ١٠^{-٨}$$

$$= ٦٠٠٠٠ \times \frac{٤}{٢} \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} \times ٦٠٠ \times ١٠^{-٨} = ١٢ \text{ فولت}$$

$$\text{الضغط فى حالة الانطباقى} = ٦٠٠٠٠ \times \frac{٤}{٤} \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} \times ٦٠٠ \times ١٠^{-٨}$$

= ٦ فولت

حساب عزم الدوران فى المحرك

ان العزم الناتج من أى عضو استنتاج يمكن حسابه من التدفيق للقطب الواحد وتيار عضو الاستنتاج حيث نجد أن القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى موصلات المحرك تعاكس التيار ولذا سميت بالقوة الدافعة العكسية .

١ — ق.د.ك = القوة الدافعة الكهربية .

٢ — ض = فرق الجهد على طرفى المحرك .

٣ — $م_١$ = مقاومة عضو الاستنتاج .

٤ — $ش_١$ = التيار الكلى لعضو الاستنتاج .

من هذا ينتج عندنا الآتى :

$$ش_١ = \frac{\text{ض} - \text{ق.د.ك العكسية}}{م_١}$$

أو ض = ق.د.ك العكسية + $م_١ ش_١$

والقدرة الكلية المعطاة لعضو الاستنتاج = ض × $ش_١$

= (ق.د.ك العكسية × $ش_١$) + ($م_١ ش_١^٢$)

ويلاحظ فى المعادلة السابقة أن الطرف الثانى من الحد الثانى عبارة عن القدرة المفقودة فى عضو الاستنتاج وهو ($م_١ ش_١^٢$) والطرف الأول من نفس الحد يعطى القدرة الباقية وهى التى تتحول الى قدرة ميكانيكية .

∴ القدرة الميكانيكية = ق.د.ك العكسية × ش$_1$.

واذا كانت ع = عزم الدوران بالرطل قدم .

واذا كانت ن = عدد اللفات للدوران فى الثانية

تكون القدرة الميكانيكية = ٢ ط × ع × ن = قدم رطل ثانية

ولما كان الحصان = ٥٥٠ رطل ثانية ، = ٧٤٦ وات ، ط = $\frac{٢٢}{٧}$

∴ تكون القدرة الميكانيكية = $\frac{\text{٢ ط ن}}{\text{٥٥٠}}$ × ع = حصان

أو = $\frac{\text{٧٤٦}}{\text{٥٥٠}}$ × ٢ ط ن ع = وات

∴ ع أى عزم الدوران $\frac{\text{ق.د.ك. العكسية × ش}_1}{\text{٨٫٥٢ × ن}}$

$= \frac{\text{١١٧٤ر٠ × ق.د.ك × ش}_1}{\text{ن}}$

لاحظ أن (١١٧٤ر٠) هى ناتج ضرب البسط فى ١٠٠ ، ضرب ٨٫٥٣ × ١٠٠

وحيث أن معادلة الضغط (ض) = $\frac{\text{عدد الموصلات × السرعة × ثانية × عدد الاقطاب}}{\text{عدد دوائر التوازى}}$ × التدفق × $١٠^{-٨}$

∴ العزم = ١١٧٤ر٠ × $\frac{\text{عدد دوائر التوازن × } ١٠^{٨}}{\text{عدد الأسلاك الكلية × عدد الأقطاب × التدفق × ش}_1}$

والتدفق يحسب مقداره بالآتى = $\frac{\text{ق.د.ك × } ١٠^{٨} \text{ × ٦٠}}{\text{السرعة فى الدقيقة × عدد أسلاك المنتج}}$

مثـــال

مولد كهربى ذو اربعة اقطاب وعدد أسلاك عضو الاستنتاج ٢٢٦ سلكا ولحامه تموجى ينتج قوة دافعة كهربية ٢٦٠ فولت عندما يدار بسرعة ٧٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة التدفق المغناطيسى للقطب الواحد .

الحــل

لحام هذا المولد تموجى أى عدد دوائر التوازى = ٢ دائرة .

$$\therefore ض = \frac{ق \times خ \times س \times ع}{و \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}$$

$$\therefore ٢٦٠ \text{ فولت} = \frac{٤ \times خ \times ٢٢٦ \times ٧٥٠}{٢ \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}$$

$$\therefore خ = \frac{٢٦٠ \times ٢ \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}{٤ \times ٢٢٦ \times ٧٥٠} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطا}$$

حــل آخــر

$$ض \text{ تموجى} = ٢ \times خ \times س \times ع / \text{ثانية} \times ١٠^{-٨}$$

$$\therefore ٢٦٠ \text{ فولت} = ٢ \times خ \times ٢٢٦ \times ١٢٫٥ \times ١٠^{-٨}$$

$$\therefore خ \text{ التدفق} = \frac{٢٦٠}{٢ \times ٢٢٦ \times ١٢٫٥ \times ١٠^{-٨}} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطا}$$

البطارية الثانوية

تعتبر البطارية الثانوية أحد مصادر التيار المستمر وتسمى بالمراكم وتتكون هذه البطارية من الأجزاء الآتية :

١ ــ الجسم الخارجى للبطارية وهو عبارة عن صندوق مصنوع من مادة عازلة مثل البكاليت أو الزجاج السميك فى بعض الحالات أو البلاستيك القوى المقاوم للأحماض ويقسم هذا الصندوق الى عدة أقسام حسب عدد الأعمدة المستعملة بحيث يكون كل قسم قائم بذاته أى منفصلا عن القسم الآخر ويوجد فى قاع كل قسم أعصاب يرتكز عليها الألواح وبحيث يكون فاصلا الألواح وبين الرواسب التى تترسب فى قاع الصندوق نتيجة عملية الشحن والتفريغ .

٢ ــ الألواح : يوجد فى كل قسم من أقسام الصندوق مجموعة من الألواح الموجبة ومجموعة من الألواح السالبة .

(أ) الواح الموجبة وتتكون من شبكة من الرصاص تملأ فتحات هذه الشبكة بعجينة من أكسيد الرصاص ويكون لون الألواح الموجبة بنى .

(ب) الألواح السالبة وتتكون من شبكة من الرصاص تملأ فتحاتها بعجينة من مسحوق الرصاص الاسفنجى النقى .

هذا وتزيد عدد الألواح السالبة عن عدد الألواح الموجبة فى كل قسم

من أقسام الصندوق بعدد لوح واحد سالب وذلك للاستفادة من وجهى اللوح الموجب الأخير فى المجموعة ، وتجمع الألواح السالبة والموجبة بالتوازى فى كل قسم الذى يسمى بالعين وبحيث يكون التجميع عن طريق تداخل كل من الألواح السالبة مع الألواح الموجبة وتثبت داخليا من ألسنتها فى موصل الألواح هنا ويصل عدد الألواح فى بعض البطاريات وفى كل عين الى ١٣ لوح منها ٦ ألواح موجبة ، ٧ ألواح سالبة وفى بعض البطاريات يصل عدد ألواح كل عين الى ١٧ لوح منها ٨ ألواح موجبة ، ٩ ألواح سالبة .

٣ ــ عوازل الألواح :يجبفصل كل لوح عن الآخر بواسطة حاجز من أى مادة عازلة تكون لا تتأثر بالحامض وتكون مسامية مثل الخشب أو البلاستيك .

٤ ــ موصل الأعمدة (الكبرى) يصنع هذا الكبرى من الرصاص ويستعمل لتوصيل مجموعة الألواح الموجبة فى كل عمود من خارج الصندوق بالتوالى مع مجموعة الألواح السالبة فى العمود الذى يليه بحيث ينتج لنا فى النهاية قطبين فقط أحدهما موجب والآخر سالب .

٥ ــ السائل الحمضى : ويتكون من حامض كبرتيك ويخفف بالماء المقطر حتى تكون درجة كثافته ١٫٢٥٠ جم/سم^{٢} ويصب باحتراس فى كل عين بحيث يزيد عن الألواح بمقدار ½ سم تقريبا وعندما ينقص مستوى السائل عن هذا المقدار يزود بالماء المقطر مع مراعاة درجة الكثافة دائما والسبب فى تزويد السائل بالماء المقطر فقط هو أن الماء الذى يتبخر ويبقى الحامض كما هو .

هذا ويوجد لكل عين فتحة خاصة لصب السائل ثم تقفل هذه الفتحة بسداده مقلوظة ويوجد فى كل سداده ثقب يسمح بتسرب الغازات الناتجة من التفاعلات الكيميائية .

اذا كانت البطارية تتكون مثلا من ثلاثة من ثلاثة أقسام تكون ذات ثلاثة أعمدة يعطى كل واحد منها قوة دافعة كهربية مقدارها ٢ فولت وعلى هذا تكون البطارية بعد توصيل هذه الأعمدة الثلاثة بالتوالى تعطى ٦ فولت وهكذا اذا زادت عدد الأعمدة يكون قيمة ضغط البطارية عبارة عن عدد الأعمدة × ٢ فولت .

عند شحن البطارية وصل الطرف الموجب لتيار الشحن مع القطب الموجب للبطارية والطرف السالب مع القطب السالب لبطارية فعند مرور التيار الخاص بالشحن يتحلل الماء الى أيونات الأيروجين الموجبة التى تتجه

ناحية القطب السالب فى اتجاه تيار الشحن وأيونات الأكسجين السـالبة وتتجه ناحية القطب الموجب فى عكس اتجاه تيار الشحن .

وعند التفريغ ينعكس اتجاه التيار بحيث يكون من القطب الموجب للبطارية الى المقاومة الخارجية (الحمل) ومن المقاومة الى القطب السالب وداخل البطارية يكون الاتجاه من السالب الى الموجب وعـلى هذا يتحلل الحامض الى أيونات الأيدرجين الموجبة والتى تتجه ناحية القطب الموجب فى اتجاه سير التيار الخاص بالتفريغ وكذا أيونات الكبريتات السالبة والتى تتجه ناحية القطب السالب وفى عكس اتجاه اليار . هذا ولا داعى لنا أن نتعرض للمعادلات الكيميائية التى تحدث فى حالة الشحن والتفريغ .

هذا ويمكن القول انه عند القطب الموجب يتـاعل الأكسجين مـع كبريتات الرصاص مع وجود الماء ويتكون ثانى أكسيد الرصاص وحامض الكبريتك وعند القطب السالب يتفاعل الأيدروجين مع كبريتات الرصـاص وتتكون طبقة من الرصاص الاسفنجى وحامض الكبريتك ، وفى نهاية عملية الشحن نجد أن سطح الألواح الموجبة تتحول الى ثانى أكسيد الرصـاص وسطح الألواح السالبة تتحول الى رصاص اسفنجى .

كما أن كثافة الحامض أثناء الشحن نجدها ترتفع بعض الشىء وتزيد عن ١٫٢٥٠ ويجب أن لا تزيد هذه الزيادة عن ١٫٢٨٠ حتى لا يحدث تركيز للحامض وبضر الألواح .

لاحظ أن قيمة (ق.د.ك) عند نهاية عملية الشحن تزيد عن ٢ فولت المقررة لكل عين وتصل الى ٢٫٧ فولت كما أن استمرار مرور تيار الشحن يترتب عليه استمرار فى استهلاك الماء عن طيق التحليل فيتصاعد الأكسجين عند القطب الموجب ويتصاعد الأيدروجين عند القطب السالب كما ترتفـع درجة حرارة المحلول وتعتبر جميع هذه الحالات السابقة الذكر دلالة عـلى قرب انتهاء وقت الشحن فنجد الغازات تتصاعد على شكل فقاعات .

ان الزيادة فى قيمة فولت العين والتى تصل الى ٢٫٧ فولت أثناء الشحن نجدها تقل عند التحميل مباشرة الى ١٫٧٥ فولت .

تحضـير السـائل

ان عملية تحضير السائل لها خطورتها وتعليماتها ولذا يجب تنفيـذ الآتى :

١ ــ تحضير اناء نظيف من الفخار والزجاج السميك .

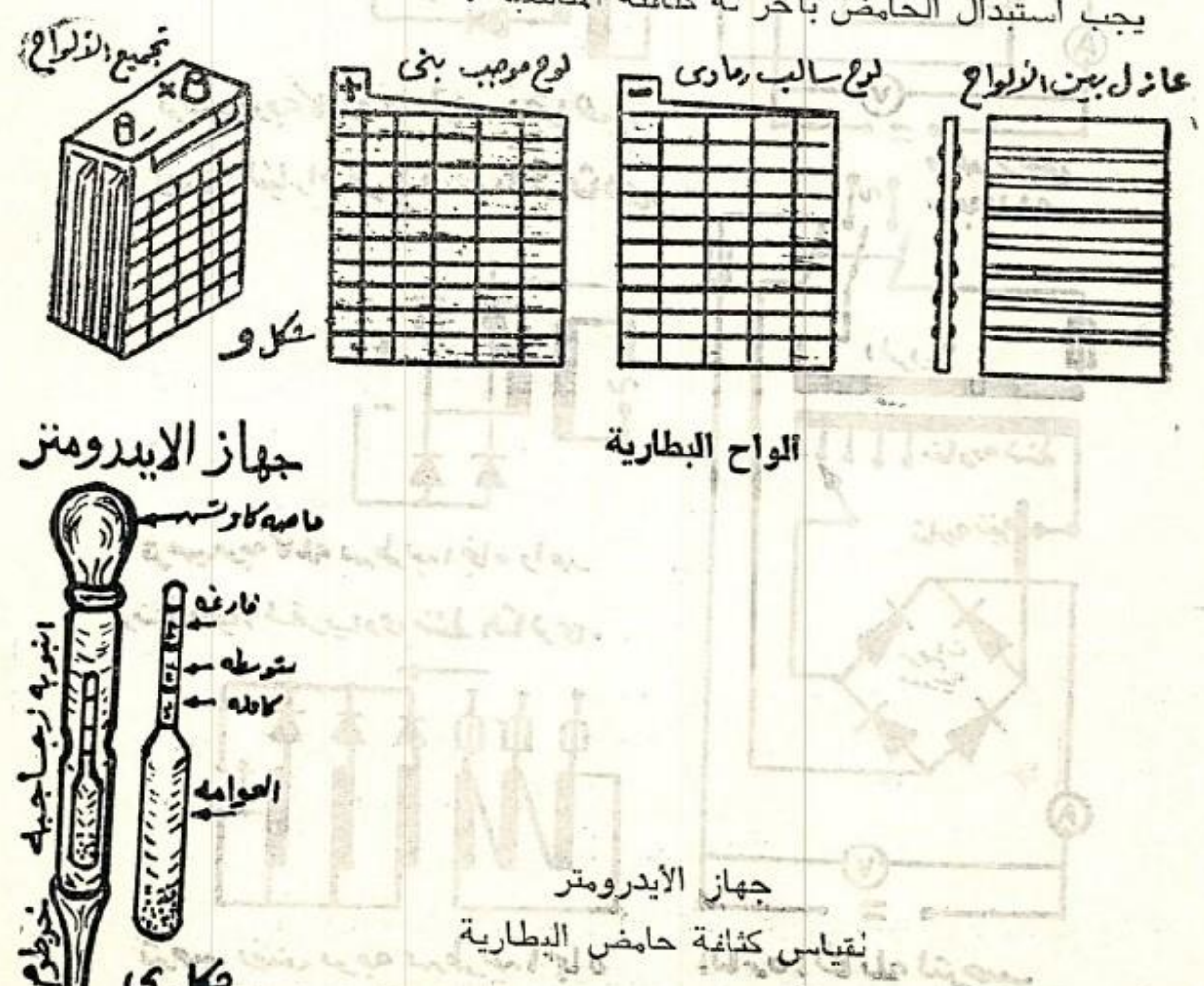
٢ ــ تحضير هيدروميتر وهو جهاز لقياس كثافة السائل .

٣ ـ تحضير حامض الكبريتيك والماء المقطر ولا تستعمل الماء العادى .

٤ ـ تحضير قضيب من الزجاج لتحريك السائل أثناء عملية التحضير .

ابدا بوضع الماء المقطر فى الاناء ثم بحذر وتدريجيا صب الحامض مع تقليب السائل حتى لا يتركز الحامض فى قاع الاناء مع مراعاة أن النسبة واحد حامض مركز الى ثلاثة ماء ثم اترك السائل حتى يبرد وبعد ذلك يمكن وضعه فى البطارية بحيث يغطى الالواح بارتفاع ½ سم ثم اترك البطارية واذا انخفض ارتفاع السائل أضف اليه قليلا من الماء المقطر ثم ضع البطارية على ينبوع الشحن .

ان كثافة الحامض هى افضل دليل لمعرفة حالة البطارية فى الشحن والتفريغ فاذا كانت كثافة الحامض بداخل البطارية تتراوح ما بين ١٫٢٥٠ الى ١٫٢٨٠ تكون البطارية فى حالة شحن وعندما تكون فارغة نجد أن كثافة الحامض تنخفض الى ١٫٢٠ ولا يجب أن تقل عن ١٫١٥ لأننا فى هذه الحالة يجب استبدال الحامض بآخر له كثافته المناسبة .



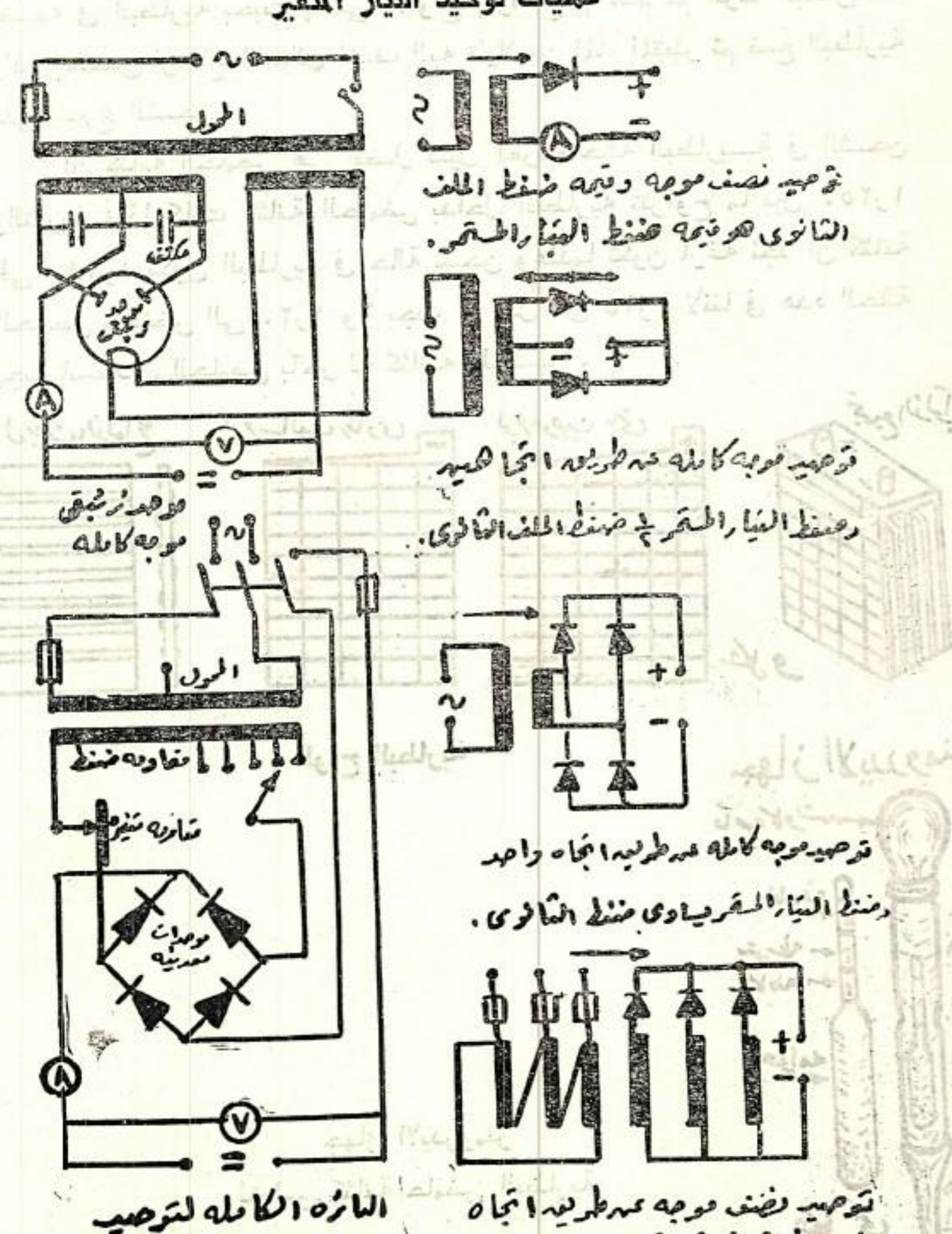
الواح البطارية

جهاز الأيدرومتر

لقياس كثافة حامض البطارية

هذا ويمكن التعرف على شحنة او تفريغ البطارية عن طريق جهـاز الفولت ذو الشوكتين وذلك عن طريق قياس ضغط كل عين على حدة ويجب أن تتم عملية القياس والبطارية محملة فاذا كان ضغط العمود ١٫٧٥ فولت كانت فى حالة شحن واذا نقص عن ذلك يكون فى حالة تفريغ ويجب أن لا يقل ضغط العمود عن ١٫٥ فولت .

عمليات توحيد التيار المتغير



المحولات الكهربية

من مميزات التيار المتغير على التيار المستمر سهولة امكان تحــويل قيمته من حيث الضغط سواء من منخفضه الى عاليه أو العكس ، ولهــذه الميزة تأثير اقتصادى كبير فى تكاليف نقل القدرة الكهربيــة ، وتأثير فنى فى امكان استعماله على أوسع نطاق .

وقد تتم عملية التحويل المشار اليها سابقا عن طريق استعمال المحولات الكهربية حيث انها على درجة كبيرة من الجودة من أى جهاز آخر لهــذه العملية ، والمحول المتغير وبدون الحاجة الى استعمال أى أجزاء متحركة مثل الولدات .

تركيب المحــول

يتركب المحول فى أبسط صورة له من الأجزاء الأساسية الآتية :

١ ــ القلب الحديدى ٣

٢ ــ الملف الابتدائى .

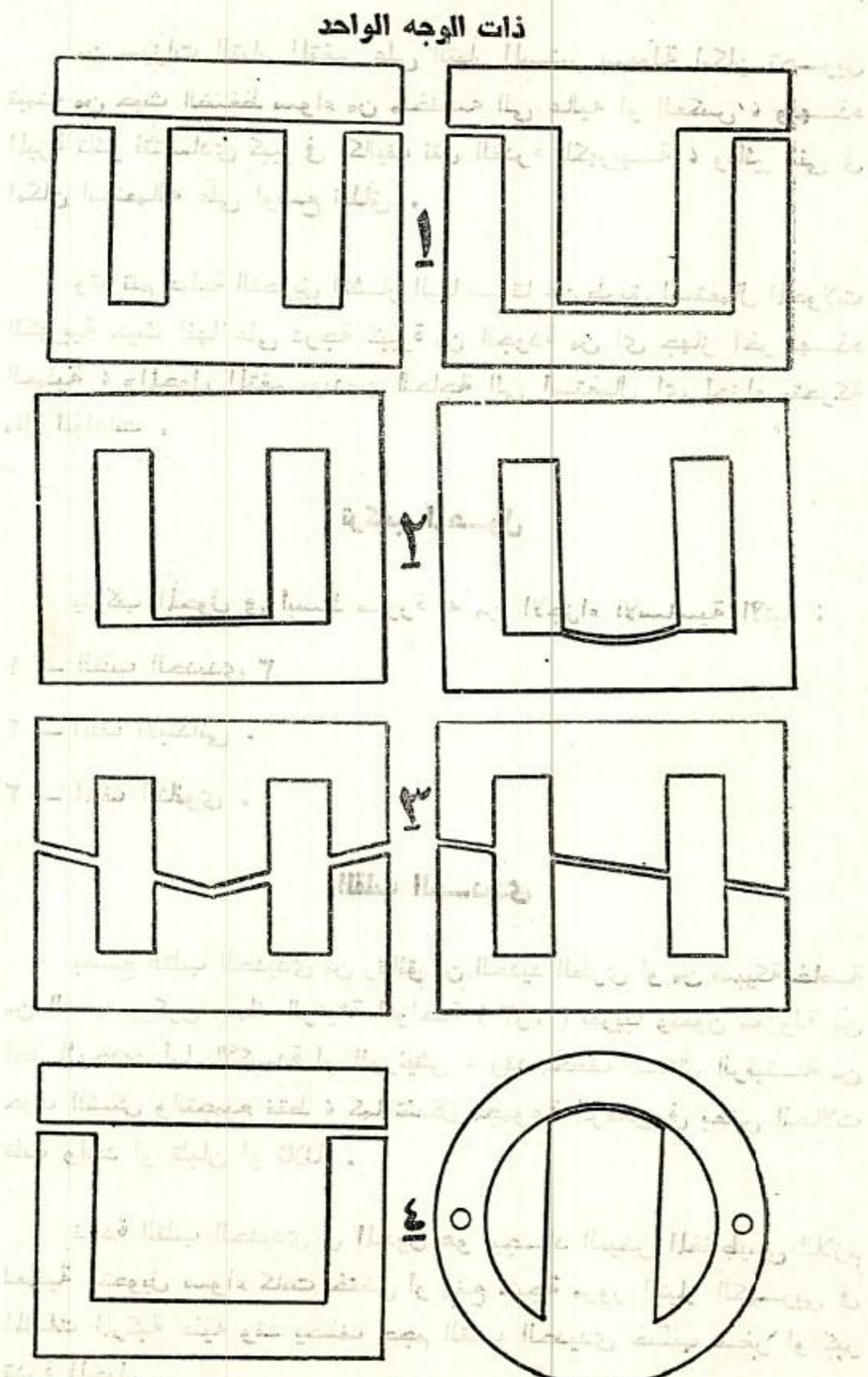
٣ ــ الملف الثانوى .

القلب الحــديدى

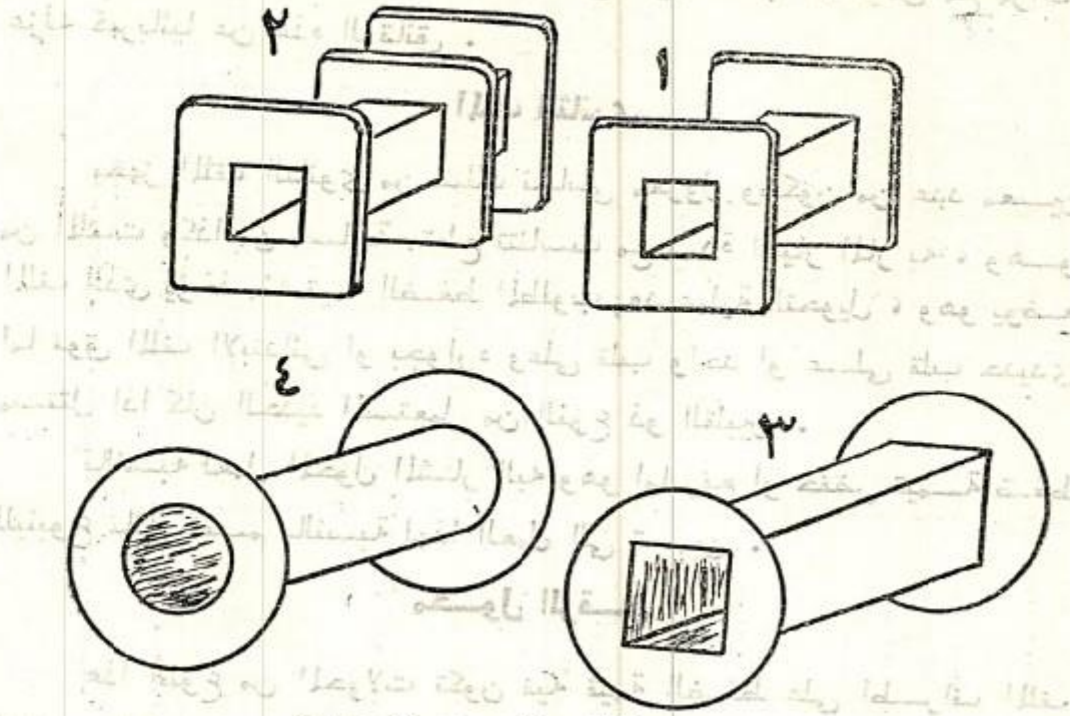
يصنع القلب الحديدى من رقائق من الحديد الطرى أو من سبيكة خاصة من الحديد ويكون سمك الرقيقة الواحدة (٣ر٠) تقريبا وتكون معزولة من أحد الوجهين أما بالأكسدة أو الورنيش ، وقد تختلف أشكال الرقيقــة من حيث الشكل والتجميع فقط ، كما تشكل مجموعة الرقائق فى بعض الحالات قلب واحد أو قلبان أو ثلاثة .

فائدة القلب الحديدى فى المحول هو ايجــاد الفيض المغناطيسى اللازم لعملية التحويل سواء كانت خفض أو رفع نتيجة مرور التيار الكهــربى فى الملفات المركبة عليه وقد يختلف حجم القلب الحديدى حسب صغر أو كبر قدرة المحول .

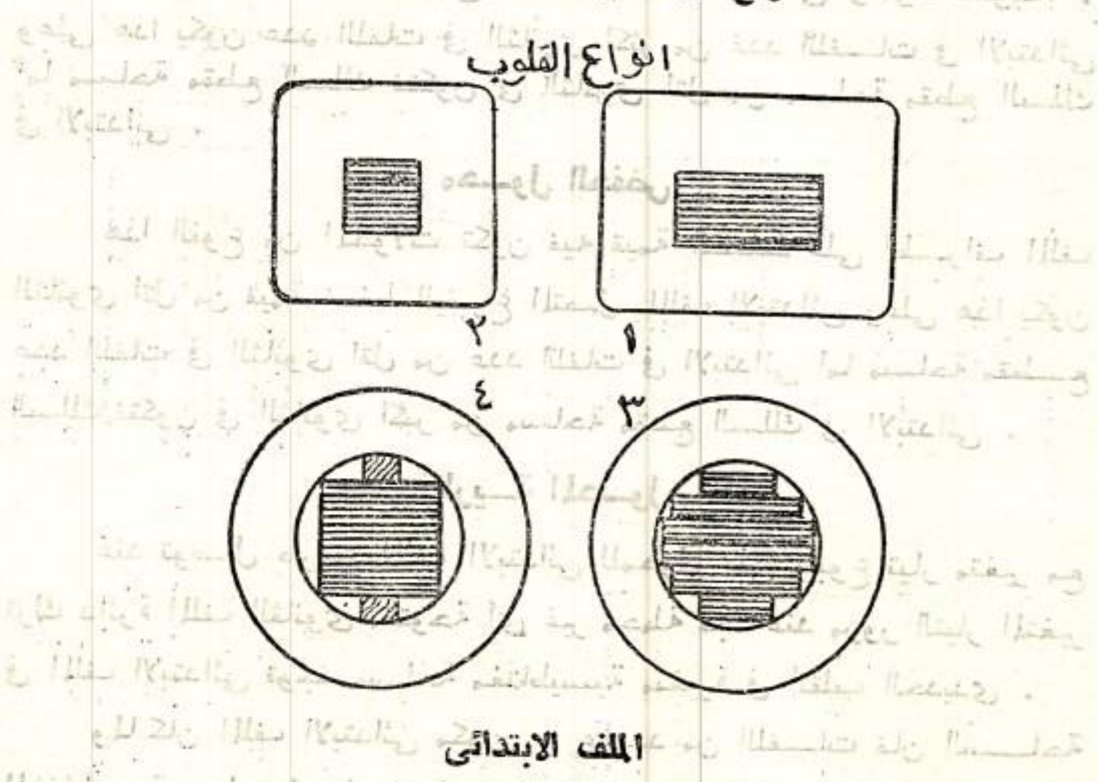
انواع من رقـائق المحولات
ذات الوجه الواحد



أنواع من البكر المستعمل لملفات المحولات



أنواع من القلب الحديدى للمحولات



الملف الابتدائى

يجهز الملف الابتدائى من سلك نحاس معزول ورنيش أو قطن أو حرير ومن عدد معين من اللفات ويكون لهذا السلك مساحة مقطع تتناسب مع شدة التيار التى تمر به ، وهو الملف الذى يتصل مباشرة بضغط الينبوع المراد

رفعه أو خفضه ، ويوضع الملف الابتدائى حول القلب الحديدى مع مراعاة عزله كهربائيا عن هذه الرقائق .

الملف الثانوى

يجهز الملف الثانوى من سلك نحاسى معزول ويتكون من عدد معين من الملفات وكذا من مساحة مقطع تتناسب مع شدة التيار المار به ، وهو الملف الذى يؤخذ منه قيمة الضغط المطلوب بعد عملية التحويل ، وهو يوضع أما فوق الملف الابتدائى أو بجواره وعلى قلب واحد أو على قلب حديدى مستقل اذا كان الحديد المستعمل من النوع ذو القلبين .

بالنسبة لعمل المحول المشار اليه وهو اما رفع أو خفض قيمة ضغط للينبوع فانه ينقسم بالنسبة لهذا العمل الى قسمين .

محول الرفع

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على أطراف الملف الثانوى اعلى من ضغط الينبوع المتصل بالملف الابتدائى والمراد تحويله . وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى أكثر من عدد اللفات فى الابتدائى أما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى أقل من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

محول الخفض

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على أطراف الملف الثانوى أقل من قيمة ضغط الينبوع المتصل بالملف الابتدائى وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى أقل من عدد اللفات فى الابتدائى أما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى أكبر من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

نظرية المحول

عند توصيل طرفى الملف الابتدائى للمحول على ينبوع تيار متغير مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة أى غير محملة نجد عند مرور التيار المتغير فى الملف الابتدائى توجد مساحة مغناطيسية متغيرة فى القلب الحديدى .

ولما كان الملف الابتدائى مكون من عدد من اللفات فان المساحة المغناطيسية تعمل على ايجاد استنتاج نفس كبير للملف الابتدائى ، وبما أن مقاومة الملف المادية صغيرة جدا فانه لا يوجد فقد فى الضغط وتكون القوة الدافعة الكهربية العكسية هى الوحيدة التى تحدد قيمة التيار بالملف وقيمتها تكون قريبة جدا من القوة الدافعة الكهربية للينبوع عدا قيمة صغيرة

جدا تقوى على امرار التيار اللازم للمغطسة ويسمى تيار المغطسة ويكون متأخرا (٩٠ درجة) عن ضغط الينبوع حيث أن (ض) العكسية تساوى وتضاد (ض) الينبوع تقريبا ولهذا السبب تكون القدر المنصرفة بالملف الابتدائى عندما تكون دائرة الملف الثانوى مفتوحة تساوى صفرا أو حسب قيمة جودة المحول .

القوة الدافعة الكهربية بالملف الثانوى

فى المحول المتقن تصميمه وصنعه تقطع جميع الخطوط للمجال الناشىء حول الملف الابتدائى كل لفة من لفات الثانوى عند تمدد وتقلص هذه الخطوط وبذلك تكون القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى كل لفة من لفات الثانوى تساوى الموجودة فى كل لفة من لفات الابتدائى ، وعلى هذا نجد نسبة القوة الدافعة الكهربية الكلية فى الابتدائى الى القوة الدافعة الكهربية الكلية فى اثانوى تساوى النسبة لعدد لفات الابتدائى الى عدد لفات الثانوى أى اذا تساوت عدد لفات الابتدائى مع عدد لفات الثانوى وتساوت القوة الدافعة الكهربية العكسية للابتدائى مع ضغط الينبوع نجد أن القوة الدافعة الكهربية فى الثانوى تساوت مع الضغط للينبوع .

$$\frac{\text{ض ابتدائى}}{\text{ض ثانوى}} = \frac{\text{لفات ابتدائى}}{\text{لفات ثانوى}}$$

$$\therefore \text{ض ثانوى} = \frac{\text{ض ابتدائى} \times \text{لفات ثانوى}}{\text{لفات الابتدائى}}$$

وتسمى نسبة عدد لفات الثانوى الى عدد لفات الابتدائى بنسبة التحويل حيث نجد ان المحول الذى فيه لفات الابتدائى (١١٠ لفة) ولفات الثانوى (١٠٠٠ لفة) يسمى محول رفع (١/١٠) بينما نجد المحول الذى فيه لفات الابتدائى (١٠٠ لفة) ولفات الثانوى (١٠ لفات) يسمى محول خفض (١/١٠) .

ولما كانت القوة الداعة الكهربية فى الثانوى متولدة من تأثير المجال المغناطيسى للملف الابتدائى نجد أن الزاوية بينهما وبين ضغط الينبوع (١٨٠ درجة) .

تيار الابتدائى والثانوى

عند توصيل مقاومة مادية بطرفى الملف الثانوى يمر بها تيار يناسب قيمتها ويكون منطبقا مع ضغط الثانوى أى فى وجه واحد معه ، وينتج من مرور هذا التيار فى الثانوى مجالا مغناطيسيا متغيرا ويضاد مجال الابتدائى فيضعفه فتقل قيمة القوة الدافعة الكهربية العكسية فى الملف الابتدائى بذلك تزداد شدة التار به بما يناسب الزيادة فى الحمل .

أى أن زيادة شدة التيار فى الثانوى نتيجة زيادة الحمل يتبعها زيادة فى تيار الابتدائى مع ضعف المجال المغناطيسى فيه ويتبع هذا هبوط فى قيمة الضغط فى كل من الملف الثانوى والملف الابتدائى ، واذا استمرت هذه الزيادة فى تيار الثانوى بزيادة الحمل وتتعدى شدة التيار القانونى فان مجال الابتدائى يتلاشى وترتفع فيه شدة التيار نظرا لتلاشى القوة الدافعة الكهربية العكسية وتكون النتيجة هى احتراق الملف .

من الشرح السابق يتضح أنه فى حالة ما اذا كان ضغط الثانوى أكبر من ضغط الابتدائى تكون شدة التيار فى الابتدائى أكبر من شدة التيار فى الثانوى بما يتناسب مع نسبة التحويل .

واذا اهملنا المفاقيد فى المحول وكانت جودته تقرب من (٩٩٫٠٪) فان القدرة فى الابتدائى تتساوى مع القدرة فى الثانوى .

ض ثانوى = ض ابتدائى × نسبة التحويل .

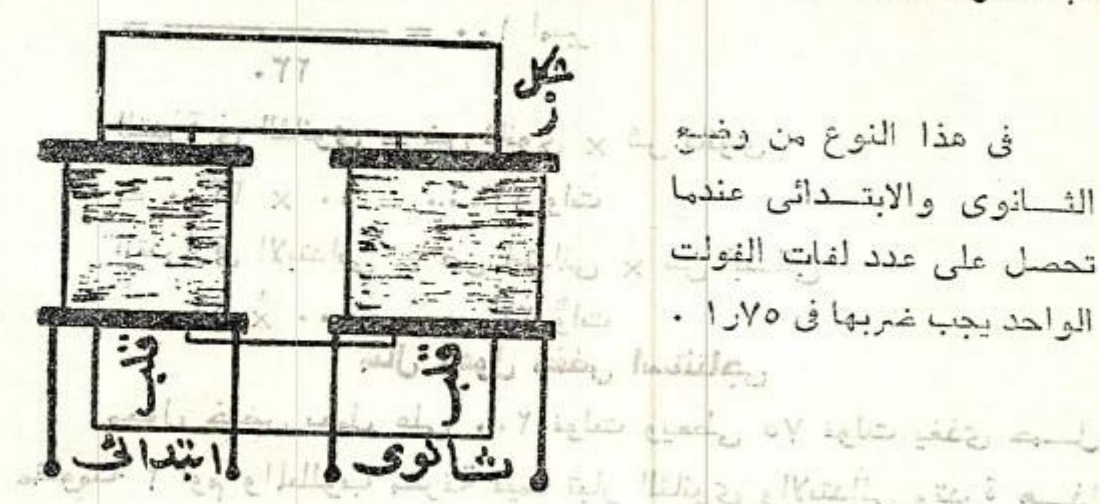
ش ابتدائى = ش ثانوى × نسبة التحويل .

قبل أن نعطى أمثلة على محولات الرفع ومحولات الخفض يجب أن نعلم أن هذه المحولات بنوعيها تنقسم الى قسمين :

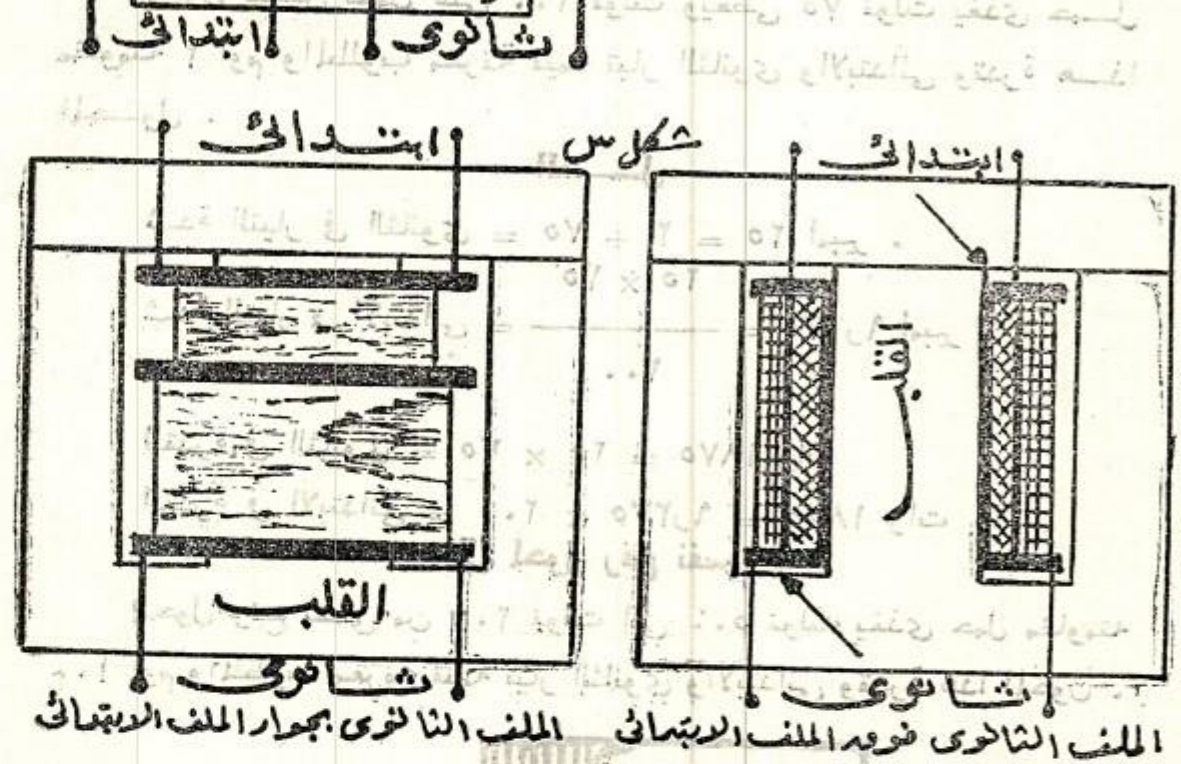
١ — محولات استنتاجية وهى ذات الملف الابتدائى المستقل والملف الثانوى المستقل بحيث لا يوجد أى اتصال كهربى بين لفات الابتدائى ولفات الثانوى .

٢ — محولات نفسية وهى ذات الملف الواحد المدرج والذى يجمع بين كل من الملف الابتدائى والملف الثانوى كما هو موضح فى الأمثلة الآتية حيث نجد أن هناك اتصال كهربى بين الملف الابتدائى والملف الثانوى سواء فى حالة الرفع أو فى حالة الخفض بعكس الحال فى المحول الاستنتاجى .

الرسومات الآتية تبين بعض الأوضاع للملف الثانوى والابتدائى على قلب المحول سواء كان هذا المحول رفع أو خفض استنتاجى .



فى هذا النوع من وضع الثانوى والابتدائى عندما تحصل على عدد لفات الفولت الواحد يجب ضربها فى ١٫٧٥ .



الملف الثانوى بجوار الملف الابتدائى — الملف الثانوى فوق الملف الابتدائى

مثال لمحول رفع استنتاجى

محول رفع من ٢٣٠ فولت الى ٢٣٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ٢٣٠ أوم والمطلوب معرفة قيمة كل من تيار الابتدائى والثانوى وقدرة هذا المحول .

الحـــل

شدة التيار فى الثانوى = ض ثانوى ÷ المقاومة
= ٢٣٠٠ ÷ ٢٣٠ = ١٠ أمبير

$$\text{شدة التيار فى الابتدائى} = \frac{\text{ض ثانوى} \times \text{ش ثانوى}}{\text{ض ابتدائى}}$$

$$= \frac{٢٣٠٠ \times ١٠}{٢٣٠} = ١٠٠ \text{ أمبير}$$

القدرة فى الثانوى = ض ثانوى × ش ثانوى

= ٢٣٠٠ × ١٠ = ٢٣٠٠٠ وات

القدرة فى الابتدائى = ض ابتدائى × ش ابتدائى

= ٢٣٠ × ١٠٠ = ٢٣٠٠٠ وات

مثال لمحول خفض استنتاجى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ٧٥ فولت يغذى حمل مقاومته ٣ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .

الحل

شدة التيار فى الثانوى = ٧٥ ÷ ٣ = ٢٥ أمبير .

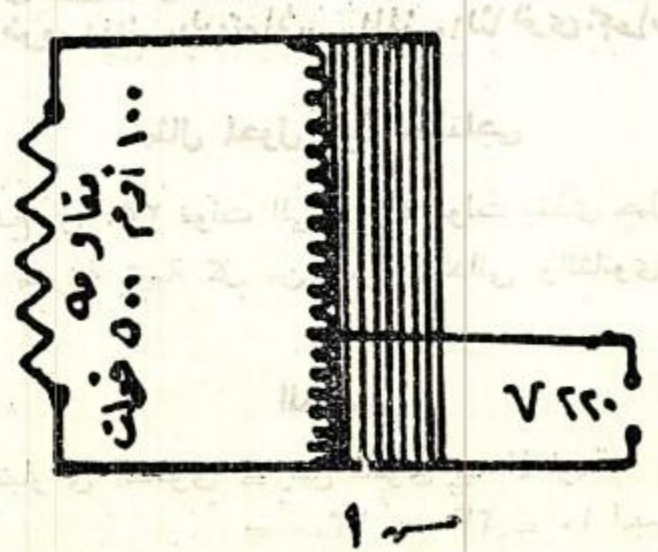
$$\text{شدة التيار فى الابتدائى} = \frac{٧٥ \times ٢٥}{٢٠٠} = ٩٫٣٧٥ \text{ أمبير}$$

القدرة فى الثانوى = ٧٥ × ٢٥ = ١٨٧٥ وات

القدرة فى الابتدائى = ٢٠٠ × ٩٫٣٧٥ = ١٨٧٥ وات

مثال لمحول رفع نفسى

محول رفع نفسى من ٢٠٠ فولت الى ٥٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ١٠٠ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .



شكل ١

الحـــل

شدة التيار فى الثانوى = ٥٠٠ ÷ ١٠٠ = ٥ أمبير

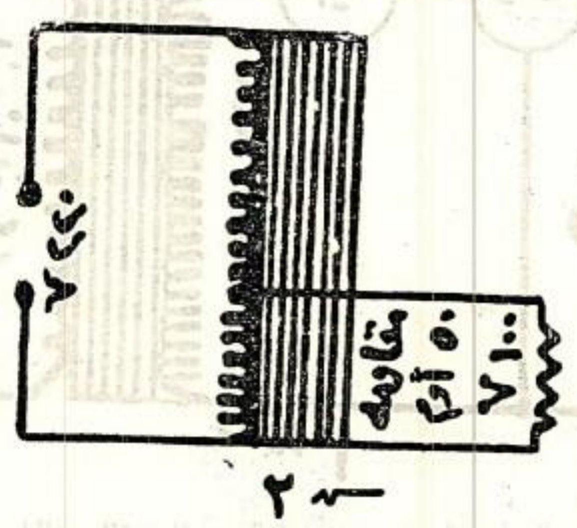
شدة التيار فى الابتدائى = (٥٠٠ × ٥) / ٢٠٠ = ١٢٫٥ أمبير

القدرة فى الثانوى = (ض ثانوى ــ ض ابتدائى) ش ثانوى
= (٥٠٠ ــ ٢٠٠) × ٥
= ٣٠٠ × ٥ = ١٥٠٠ وات

القدرة فى الابتدائى = (ش ابتدائى ــ ش ثانوى) ض ابتدائى
= (١٢٫٥ ــ ٥) ٢٠٠
= ٧٫٥ × ٢٠٠ = ١٥٠٠ وات

مثال لمحول خفض نفسى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ١٠٠ فولت ويغذى حمل مقاومته ٥٠ أوم والمطلوب معرفة قيمـــة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .



شـ ٢

شدة التيار فى الثانوى = ١٠٠ ÷ ٥٠ = ٢ أمبير

شدة التيار فى الابتدائى = (١٠٠ × ٢) / ٢٠٠ = ١ أمبير

للقدرة فى الثانوى = (ش ثانوى ــ ش ابتدائى) ض ثانوى
= (٢ ــ ١) ١٠٠
= ١٠٠ × ١ = ١٠٠ وات

القدرة فى الابتدائى = (ض ابتدائى — ض ثانوى) ش ابتدائى

= (٢٠٠ — ١١٠) ١

= ١٠٠ × ١ = ١٠٠ وات

ملاحظة : يراعى اختلاف تركيب قانون القدرة فى الخفض عنه فى حالة الرفع فى المحول النفسى وهذا ظاهر فى المثالين السابقين

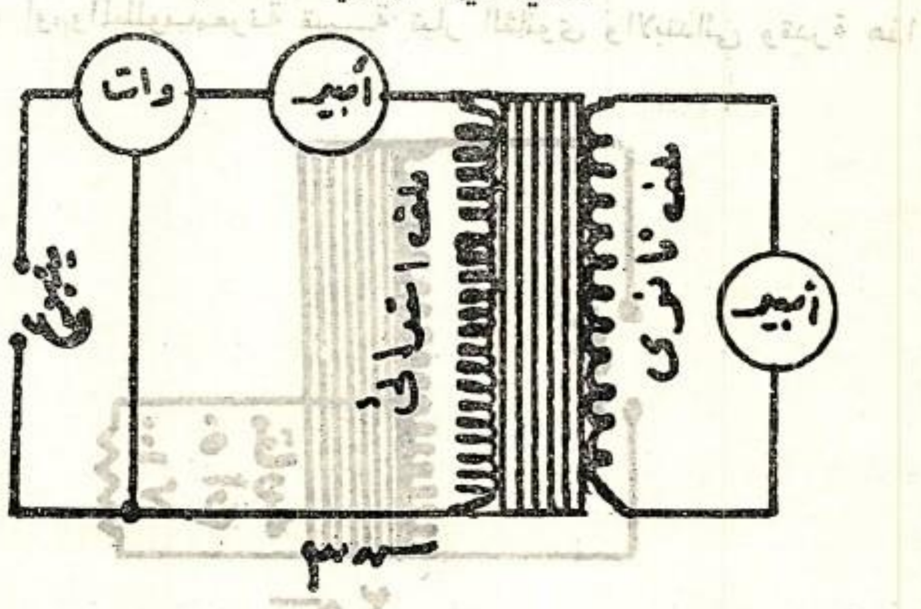
جودة المحــول الكهربى

تتوقف جودة المحول على قيمة المفاقيد الموجودة به فكلما تمكنا من تقليل هذه المفاقيد تمكنا من رفع جودة المحول واذا بحثنا عن هذه المفاقيد نجدها نوعان .

المفاقيد النحاسية :

عند حساب الجودة للمحول يجب اعتبار المقاومة المادية لسلك الملف حيث ان القدرة المفقودة فى كل ملف تتناسب طرديا مع (مربع شدة التيــار المار به × مقاومته المادية) وهى (ش^{٢} × م) ويمكن التغلب عليها باستعمال سلك مقطع أكبر من الأصلى قليلا .

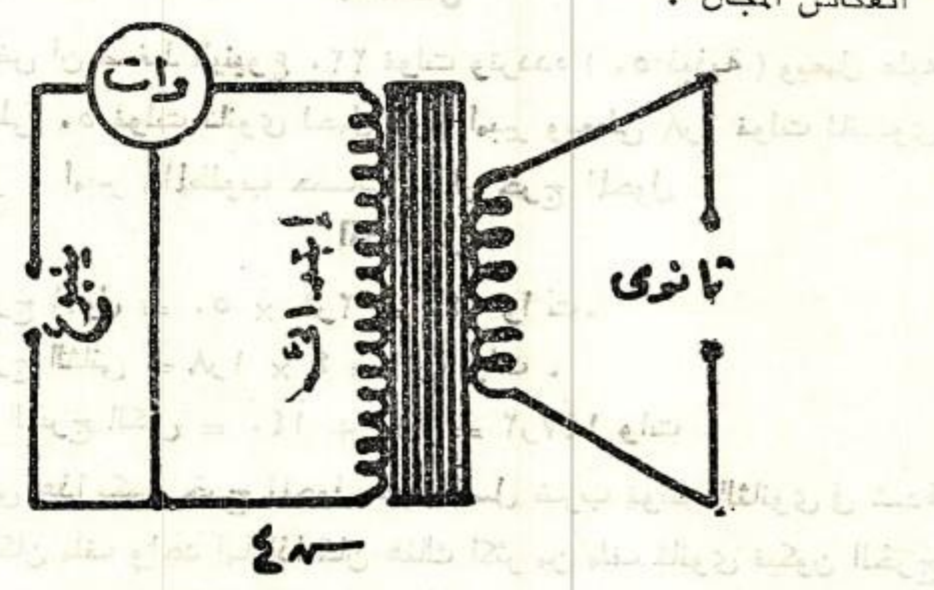
تحديد قيمة المفاقيد النحاسية



وصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع مــع استعمال مقاومة تمكنك من التحكم فى قيمة ضغط الينبوع عند التغذية مع وضع جهاز امبير وجهاز قدرة فى دائرة الابتدائى كما هو موضع بالرسم ثم اقفل الملف الثانــوى بجهــاز امبير ، ابدا بتغذية الملف الابتدائى بقيمة صغيرة من الضغط حتى يصل التيار المار بالملف الثانوى الى قيمة تيار الحمل الكامل بالنسبة لقدرة المحول وبذلك يمر أيضا بالملف الابتدائى تيار الحمل الكامل وتكون قراءة جهاز القــدرة تعبر عن قيمة المفاقيد النحاسية الموجودة فى هذا المحول .

تحديد قيمة المفاقيد الحديدية

تدخل المفاقيد الحديدية فى حساب جودة المحول وهى المفاقيد الناتجة عن هروب بعض الخطوط المغناطيسية أو لنوعية الحديد المصنوع منه الرقائق وقيمة التيارات الاعصارية . والتعويق المغناطيسى الناتج من بقاء جــزء من المغناطيسية فى الرقائق الأمر الذى يسبب احتكاك ذرات الحديد أثنـــاء انعكاس المجال .



فى هذا الرسم الخاص بتحديد قيمة المفاقيد الحديديـــة يغـــذى الملف الابتدائى تغذية كاملة أى يوصل مباشرة بالنوع وبقيمته الطبيعية وبالتردد الذى يعمل عليه المحول مع وضع جهاز القدرة فى دائرة الملف الابتـــدائى كما هو موضح بالرسم مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة حيث أن المفاقيد الحديدية فى المحول تتوقف على المجال المغناطيسى وبذلك تكون قراءة جهاز القدرة عند التغذية هى قيمة المفاقيد الحديدية بالمحول .

علمنا سابقا أن المفاقد الموجودة فى المحول هى مفاقيد نحاسية ومفاقيد حديدية وهى ليست كبيرة القيمة اذا كان تصميم وتصنيع المحول على جانب كبير من الاتقان وعلى هذا تكون جودة المحول هى مقدار نسبة الخرج الى الدخل فى المائة .

الدخل = الخرج + المفاقيد النحاسية + المفاقيد الحديدية .

$$\text{الجودة} = \frac{\text{الدخل بالوات}}{\text{الخرج بالوات}} \times ١٠٠$$

البيان الخاص بحسابات لف المحولات

عند اختيار حديد المحول لابد أن يكون مقدار خرجه المغناطيسى يتناسب مع مقدار خرجه الكهربى والذى ينسب دائما الى الملف الثانوى .

مقدار الخرج الكهربى = ض × ش بالنسبة للثانوى

مقدار شدة التيار فى الابتدائى = الخرج ÷ ض التغذية فى الابتدائى

مثـــال

نفرض أن ضغط الينبوع ٢٢٠ فولت وتردده (٥٠ ذبذبة) ويحمل عليه محول يعطى ٥٠ فولت ثانوى لحمل ٢٫٨ أمبير ويعطى ١٫٨ فولت ثانـوى لحمل آخر ٤ أمبير والمطلوب حساب مقدار خرج المحول .

الحـــل

الخرج الأول = ٥٠ × ٢٫٨ = ١٤٠ وات.

الخرج الثانى = ١٫٨ × ٤ = ٧٫٢ وات .

∴ الخرج الكلى = ١٤٠ + ٧٫٢ = ١٤٧٫٢ وات .

وعلى هذا يكون خرج المحول هو حاصل ضرب فولت الثانوى فى شدة تياره اذا كان ملف واحد أما اذا كان هناك أكثر من ملف ثانوى فيكون الخرج الكلى هو مجموع كل الخروج .

من هنا نجد أن طبيعة الينبوع لا دخل لها فى حسابات الخـــرج ولكن يجب أن يتناسب الملف الابتدائى مع خرج المحول ويحسب مقدار مســـاحة مقطع سلكه على أساس هذا الخرج وقيمة ضغط الينبوع .

عند حساب مساحة مقطع القلب الحديدى المراد استعماله لقـــدرة معينة نجد أن هذه المساحة متوقفة على كل من قدرة المحول وقيمة تـــردد الينبوع نجد أنه اذا زاد تردد الينبوع تقل مساحة مقطع القلب عند ثبات القدرة والعكس اذا نقص التردد زادت مساحة مقطع القلب الحديدى عند ثبات القدرة أيضا .

فى المحولات الكبيرة القدرة يقدر خرج المحـــول بالفولت أمبير وليس بلوات والسبب فى ذلك هو ، فى حالة المحولات وجميع الأجهزة التى تعمل على التيار المتغير يوجد عامل آخر يؤثر على القدرة وهو نوعية الحمل من حيث كونه مقاومة عادية أو ممانعة مغناطيسية أو استاتكة وهذا العامل يسمى (معامل القدرة) .

ولكن فى أغلب الأحيان يكون الفرض الذى يعمل عليه المحول الصغير حتى قدرة واحد كليوات عبارة عن مقاومة مادية بحتـــة وعلى هـــذا يكون الخروج بالوات وهو الناتج من ضرب الفولت فى الأمبـــير بالنسبة للملف الثانوى .

حساب مساحة مقطع السلك

لحساب مساحة مقطع سلك ملفات كل من الابتدائى والثانوى يجب التعرف على قدرة المحول وقيمة ضغط الابتدائى وقيمة ضغط الثانوى ثم من قيمة القدرة مقسومة على ضغط الابتدائى نتعـــرف على شدة التيار ومن قسمة القدرة على ضغط الثانوى نتعرف على شدة التيار وباعتبار كثافـــة التيار لكل مم^{٢} فى المحولات هى ٤ أمبير تقريبا هنا يمكن من قسمة شدة تيار الابتدائى على كثافة التيار نحصل على مساحة مقطع السلك الخاص به ومن قسمة شدة تيار الثانوى على كثافة التيار نحصل على مساحة مقطعة ثم بعد ذلك من مساحة المقطع يمكن تحديد قطر السلك للابتدائى والثانوى .

حســـاب عـــدد اللفات

حساب عدد اللفات أما على أســـاس لفات الفولت الواحد أو عـــلى أساس لفات الملف كاملا حسب قيمة ضغطه ، ولحساب عدد لفات الفولت الواحد سواء للابتدائى أو الثانوى يدخل فى حسابنا كل من تردد الينبـــوع ومساحة مقطع القلب الحديدى للمحول بالبوصة المربعة عند استعمال أبسط قانون وهو ذو الرقم الثابت لكل تردد .

الرقم الثابت عند تردد معين لحساب لفات الفولت الواحد .

١ ـــ عند تردد قيمته ٢٥ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ١٤ .

٢ ـــ عند تردد قيمته ٤٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٨٫٧٥ .

٣ ـــ عند تردد قيمته ٥٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٧ .

٤ ـــ عند تردد قيمته ٦٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٥٫٨٥ .

طريقـــة تنفيذ القانون

أوجد أولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالبوصة المربعة من حاصل ضرب سمك مجموعة الرقائق فى عرض لسان الرقيقة الذى يدخل فى بـــكرة الملف ، ثم يختار الرقم الثابت المتفق مع تردد الينبوع الذى سيعمل عليـــه المحول ، ثم من قسمة الرقم الثابت المختار على مســـاحة مقطـــع القلب الحديدى يكون الناتج هو عدد لفات الفولت الواحد سواء للملف الابتدائى أو للملف اثانوى .

ملاحظـــــة :

١ ـــ عند حساب مســـاحة مقطع القلب الحـــديدى لا تأخذ الناتج من عملية الضرب مباشرة لأنه لا يمثل المساحة الفعلية بل اضرب الناتج فى ٩ر٠ على أساس القلب كتلة مصمتة .

٢ ـــ لا تقرب أو تحذف أى كسر من اللفة فى العمليـــة الحســـابية السابقة مهما كان صغيرا فى عدد لفات الفولت الواحد لأن له تأثير كبير عند حساب عدد اللفات الكلية للابتدائى والثانى .

مثـــــال

محول يعمل على تيار متغير تردد ٥٠ ذبذبة فاذا كان سمك مجموعـــة الرقائق ٥ر١ بوصة وعرض لسان الرقيقة واحد بوصة أوجد عدد لفـــات الفولت الواحد .

الحــــل

الرقم الثابت لتردد ٥٠ ذبذبة هو ٧ .

مساحة مقطع قلب الحديدى = (٥ر١ × ١) ٩ر٠ = ٣٥ر١ بوصة مربعـــة .

عدد لفات الفولت الواحد = ٧ ÷ ٣٥ر١ = ١٨ر٥ لفة .

حساب عدد لفات الملف كامل

يختلف الوضع فى حساب عدد لفات الملف كاملا عن حساب عدد لفات الفولت الواحد من حيث الأرقام الثابتة وتقدير قيمة الفيض المغناطيسى حساب مقطع القلب حيث يكون بالسنتيمتر المربع بدلا من البوصة المربعة .

١ ـــ الرقم الثابت المستعمل فى القانون هو ٤٤ر٤ ، $١٠^{٨}$.

٢ ـــ أوجد قيمة تردد الينبوع الخاص بتشغيل المحول .

٣ ـــ قيمة ضغط الابتدائى والثانوى .

٤ ـــ رقم ١٠٠٠٠ خط قيمة يمكن الأخذ بها لمقدار الفيض المغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة ٣ كليوات ويمكن تحديد قيمة هذا الفيض من الملاحظة المقدمة لك فيما بعد .

طريقة تنفيذ القانون

أوجد أولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع مراعاة الدقة فى القياس ثم اختيار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة ثم أوجد قيمة الفيض الكلى لهذا القلب .

$$\text{عدد لفات الملف} = \frac{\text{ضغط الملف} \times 10^{8}}{\text{٤٫٤٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى}} = \text{لفة}$$

مثـــال

محول يعمل عى ينبوع ٢٠٠ فولت يتردد ٥٠ ذبذبة ويعطى ٢٥ فولت ثانوى فاذا كان سمك مجموعة الرقائق ٥ سم وعرض لسان الرقيقة ٢٫٥سم أوجد عدد لفات الابتدائى والثانوى .

الحـــل

مساحة مقطع القلب = ٥ × ٢٫٥ = ١٢٫٥ سم^{2}

قيمة الفيض الكلى = ١٢٫٥ × ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ خط

$$\text{عدد لفات الابتدائى} = \frac{200 \times 10^{8}}{4.44 \times 50 \times 125000} = 720 \text{ لفة}$$

$$\text{عدد لفات الثانوى} = \frac{25 \times 10^{8}}{4.44 \times 50 \times 125000} = 90 \text{ لفة}$$

ملاحظـــات هامـــة

من الشرح السابق والخاص بالمحولات يمكن استعمال القانون الخاص بعدد لفات الفولت الواحد بالنسبة للمحولات ذات اقـــدرة الصغيرة حتى واحد كيلوات مع مراعاة أن مساحة مقطع القلب الفعلية تقل عن المســـاحة المحسوبة بقليل ويمكن الاستعانة بالجدول الخاص لذلك حيث نجد مثلا أن القلب الذى مساحته واحد بوصة مربعة مساحته الحقيقية هى ٠٫٩ بوصة مربعة وهكذا باقى المساحات وعلى هذا نجد عند حساب عدد لفات الملف الثانوى تزداد عدد لفاته بنسبة ٥٪ لتعويض الفقد فى حالة الحمل واللاحمل .

أما القانون الثانى والخاص بحساب عدد لفات الملف كاملا فيمـــكن استعماله بالنسبة للمحولات ذات القدرة من واحد كليوات الى ثلاثة كيلوات عند استعمال قيمة الفيض (١٠٠٠٠ خط) لكل سنتيمتر مربع وعند تردد قيمته من (٤٠ الى ٦٠ ذبذبة) .

أما المحولات من ثلاثة كيلوات الى ثمانية كليوات يمكن استعمال قيمة الفيض (٨٥٠٠) واذا زادت القـــدرة أكثر من ذلك حتى ٢٠ كيلوات نجد أن عدد الخطوط المستعملة تصل الى (٦٠٠٠ خط) هذا ويجب مراعاة هبوط

الفولت فى الملف الثانوى عند حساب عدد لفاته فى حالة ما بين الحمل اللاحمل ويمكن اعتبار هذا الهبوط بمقدار ٢٫٥٪ تضاف الى فولت الثانوى .

وعلى هذا يمكن حساب عدد لفات الملف الثانوى كالآتى :

$$\frac{\text{عدد لفات الابتدائى} \times (\text{فولت الثانوى} + \text{مقدار الهبوط})}{\text{فولت الابتدائى}}$$

البيان الكامل لحساب المحول

يمكن تحديد قدرة اى مجموعة رقائق محولات دون الرجوع الى الجداول الخاصة بذلك عن طريق القانون الآتى للمحولات ابتداء من ٥٠ وات الى ٥ كيلوات وكذلك حساب قطر السلك اللازم لعمل الملفات .

حساب قدرة المحول

١ — أوجد مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع الدقة فى القياس .

٢ — أوجد مربع هذه المساحة ويكون الناتج هو قدرة المحول بالوات .

٣ — استعمل الفيض المغناطيسى المناسب للوحدة المربعة .

مثال

مجموعة رقائق محول فيها عرض اللسان ٢٫٥ سم وسمك مجموعة هذه الرقائق ٥ سم والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحول .

الحل

مساحة مقطع القلب الحديدى = ٥ × ٢٫٥ = ١٢٫٥ سم^2

مربع مساحة مقطع القلب = ١٢٫٥ × ١٢٫٥ = ١٥٦٫٢ .

∴ قدرة المحول يمكن اعتبارها ١٥٠ وات بدلا من ١٦٥٫٢ وات وهى فى صالح المحول .

حساب قطر السلك

١ — أوجد شدة التيار فى الملف الابتدائى والملف الثانوى من القدرة وضغط كل منهما .

٢ — استعمل الرقم الثابت (٦٥ر٠) .

∴ قطر السلك فى الابتدائى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{\text{شدة تيار الابتدائى}}$ = مم

∴ قطر السلك فى الثانوى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{\text{شدة تيار الثانوى}}$ = مم

هذا ويمكن استعمال الرقم (٤٥) مع مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتميتر المربع فى حالة ايجاد عدد لفات الفولت الواحد وذلك بقسمة العدد (٤٥) على مساحة مقطع القلب .

نموذج كامل لمحول يراد لفه

مثـــال

مجموعة رقائق محول فيها عرض لســان القلب ٥ر٢ سم وسـمك مجموعة الرقائق ٥ سم يراد تنفيذ محول من هذه الرقائق يعمل على ضغط ٢٢٠ فولت ويعطى ١١٠ فولت .

الحــل

مساحة مقطع القلب الحديدى = ٥ × ٥ر٢ = ٥ر١٢ سم

∴ قــدرة هـــذا المحول = ٥ر١٢ × ٥ر١٢ = ١٥٦ وات

عـــدد لفـــات الفولت الواحد = ٤٥ ÷ ٥ر١٢ = ٦ر٣ لفـــة

عـــدد لفـــات الابتـــدائى = ٢٢٠ × ٦ر٣ = ٧٩٢ لفة

عـــدد لفـــات الثانوى = ١١٠ × ٦ر٣ = ٣٩٦ لفة

شـــدة التيـــار فى الابتدائى = ١٥٦ ÷ ٢٢٠ = ٧ر٠ أمبير

شـــدة التيـــار فى الثـــانوى = ١٥٦ ÷ ١١٠ = ٤ر١ أمبير

∴ قطـــر ســـلك الابتدائى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{٠٫٧}$

= ٦٥ر٠ × ٨٤ر٠ = ٥٤ر٠ مم .

∴ قطـــر ســـلك الثانوى = ٦٥ر٠ = $\sqrt{١٫٤}$

= ٦٥ر٠ × ١٨ر١ = ٧٧ر٠ مم .

بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من أى مجموعة رقائق .

نموذج آخر لحساب قدرة المحول

بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من اى مجموعة رقائق .

من تجميع البيانات الآتية يمكن حساب قيمة القدرة لمحول وجه واحد .

١ — ف = عدد ذبذبات ضغط الينبوع المستعمل .

٢ — خ = عدد الخطوط المغناطيسية الكلية لمساحة مقطع القلب .

٣ — ل = عدد لفات الابتدائى أو الثانى .

٤ — ش =شدة التيار بالأمبير للابتدائى أ والثانوى .

مع ملاحظة عند الأخذ فى البند ٣ بعدد لفات الابتدائى نأخذ فى البند رقم ٤ بشدة تيار الابتدائى وهكذا اذا أخذنا بالثانوى .

$$\text{قيمة القدرة} = \frac{\text{٤٤ر٤} \times \text{ف} \times \text{خ} \times \text{ل} \times \text{ش}}{\text{١٠}^{\text{٨}} \times \text{١٠٠٠}} = \text{كيلو فولت أمبير}$$

واذا طبقنا القانون بالنسبة للنموذج السابق لوجدنا القدرة فى النموذجين متقاربة جدا وعلى هذا يكون حساب القدرة للمثال السابق هو :

١ — قيمة الفيض المغناطيسى الكلى لمساحة مقطع القلب = ٥ر١٢ × ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ خط .

$$\text{٢ — قيمة القدرة} = \frac{\text{٤٤٤} \times \text{٥٠} \times \text{١٢٥٠٠٠} \times \text{٧٩٢} \times \text{٧}}{\text{١٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}} \times \text{١٠٠٠} \times \text{١٠}} = \text{١٥٤ر٠ كيلو فولت أمبير}$$

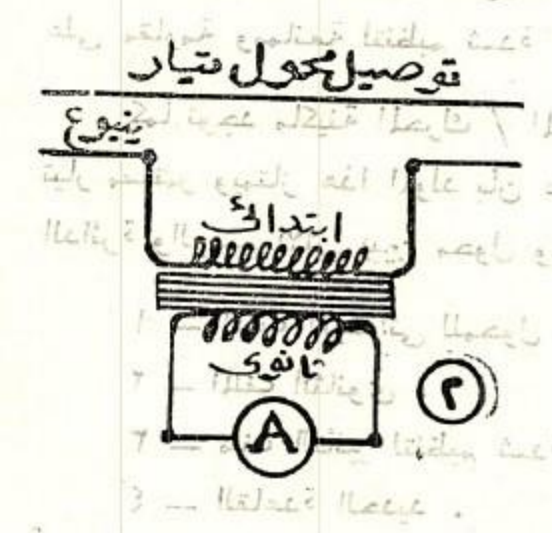
واذا قورنت القدرة فى المثال السابق نجدها ١٥٦ر٠ كيلوفولت أمبير .

محـــولات التيـــار



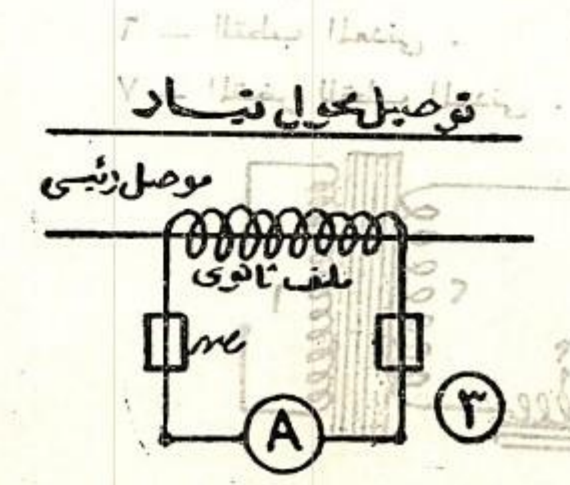
يستعمل محول التيار فى الدوائر الكهربية التى تكون فيها شدة التيار عالية بالنســـبة للأجهزة الخاصـــة بقياسها مثـــل الأمبيرمترات فيمكن بواسطة هذا المحول خفض قيمـــة شدة التيار بمقدار يناسب أجهـــزة القياس .

ويتركب هذا النوع من المحولات من ملف ابتدائى بعـــدد لفات قليلة وذات مقطع كبير يتناسب مع تيار الحمل الكامل فى الدائرة الرئيســـية كما يوجد ملف ثانوى بعـــدد لفات كثيرة وذات مساحة مقطع صـــغيرة مناسبة لشدة التيار المنخفضة وهو التيار الواصل لجهاز القياس .



هذا ويصل الملف الابتـــدائى فى هذا النوع بالتوالى مع الينبوع كما هو موضـــح بالرسم (٢) وتوصل أجهزة القياس بالملف الثانو ى .

هناك نوع آخـــر من محـــولات التيار ويستعمل لقياس شدة التيار فى القضـــبان الرئيسية ولها تركيب خاص يختـــلف عن النوع السابق ذكره حيث نجد أن الموصل الرئيسى يمثل الملف الابتـــدائى للمحول أمـــا الملف الثانوى عبارة عن عدد مـــن اللفات عـــلى الموصل وطرفى الملف الثانوى توصل بنقطتى جهاز القياس كما هو موضح بالرسم (٣) .



محولات اللحـــام

فى ماكنات اللحام للمعادن نجد أن المـــاكينة المستعملة تكون حسب نوع اللحام حيث يوجد اللحام بالقوس الكهربى واللحام بالنقطة .

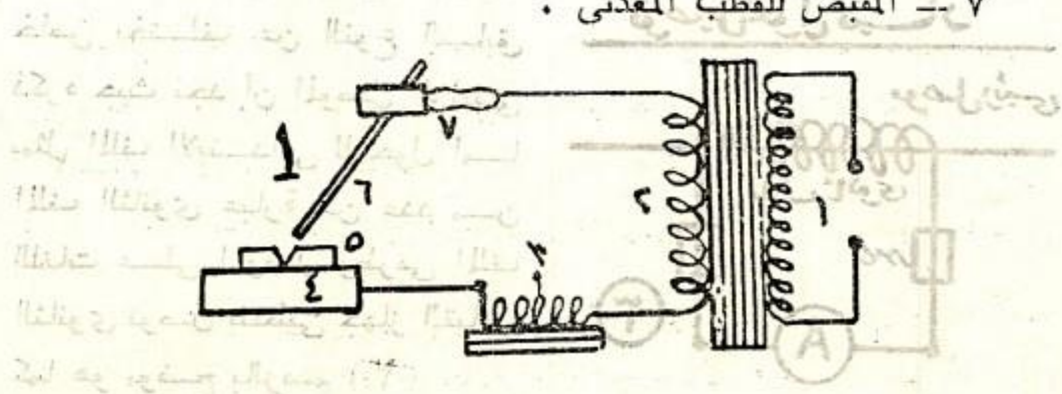
محولات بالقوس الكهربى

يستعمل فى هذا النوع من اللحام محول كهربى وجه واحد بـــه ملف ابتدائى يوصل بالينبوع اما الملف الثانوى يوصل أحد طرفيه بقاعدة حديد يوضع عليها الجسم المراد لحامه ويوصل الطرف الثانى بقطب اللحام الذى يغطى بمادة مساعدة للصهر ومن تلامس قطب اللحام وهو عبارة عن قضيب معدنى مع الجسم المراد لحام يحدث قصر فى الدائرة وبرفع القطب المعونى قليلا عن الجسم تحدث شرارة القوس الكهربى .

هذا ويمكن استعمال محول ثلاثة أوجه لهذه العملية بحيث يحتـــوى على مقاومة وممانعة لتنظيم شدة التيار المستعملة .

كما توجد ماكينة المحرك / المولد وهى عبارة عن محرك يدير مولـــد تيار مستمر ويمتاز هذا المولد بأن عضو استنتاجه يتحمل القصر المسمر فى الدائرة والرسم الآتى يبين محول وجه واحد مستعمل فى عملية اللحام :

١ — الملف الابتدائى للمحول .
٢ — الملف الثانوى .
٣ — ملف التأثير لتنظيم شدة التيار .
٤ — القاعدة الحديد .
٥ — الجسم المراد لحامه .
٦ — القطب المعدنى .
٧ — المقبض للقطب المعدنى .



لحـــام النقطـــة

تستعمل هذه الطريقة بدلا من طريقة البرشام بالمسامير وهى احدى طرق اللحام بالمقاومة ويستعمل فيها محول كهربى .

يوصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع أما طرفى الثـــانوى يوصـــلا بزنبتين كل منهما لها دليل محورى (فتيل) لتقريب أو ابعاد المسافة بينهما ويوضع بينهما الجسمين المراد لحامهما ويضغط الزنبتين على الجســمين يحدث التصر ثم يحدث الاندماج بين المعدنين .

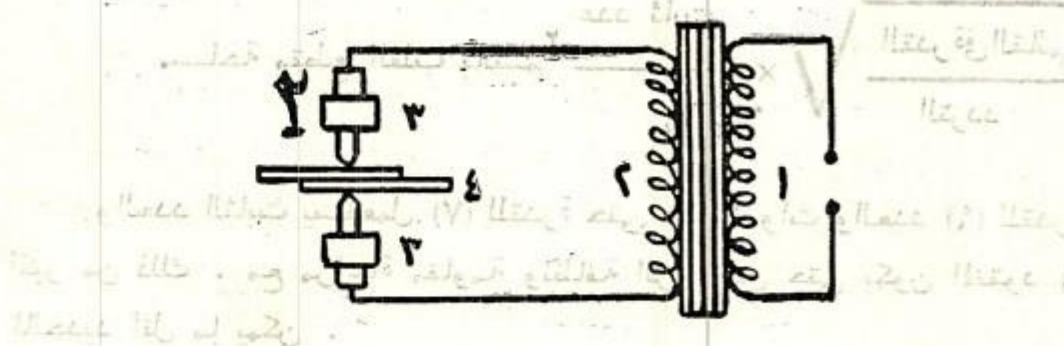
الرسم يوضح ماكينة لحام بالبرشام بالنقطة .

١ ــ الملف الابتدائى للمحول .

٢ ــ الملف الثانوى .

٣ ــ الزنبتين .

٤ ــ المعدن المراد لحامــه .



فى المحولات الخاصة بلحام الواح ذات سمك كبير ونظرا لارتفاع درجة الحرارة فى طرفى الملف الثانوى لارتفاع شدة التيار تتم عملية تبريد بالمياه عن طريق مواسير حول طرفى الثانوى .

محولات الثلاثة أوجه

تتكون محولات الثلاثة أوجه من ثلاثة (قوائم) قلوب حديدية تصـــنع من رقائق من الصلب ويركب على كل من هذه القلوب الثلاثة ملف التغذية (الابتدائى) وملف الاستنتاج (الثانوى) اذا كان نوع المحول استنتاجى أو توضع ملفات تجميع ما بين الابتدائى والثانوى اذا كان من النوع النفسى .

نظرا لتواجد ثلاثة ملفات كل من الابتدائى والثانوى وفى حالة التغذية يكون الينبوع له ثلاثة أطراف يجب ايضا أن نحول الأطراف الستة للملفات

الثلاثة الى ثلاثة اطراف أما بطريقة النجمة أو الدلتا وذلك حسب ما هو مبين فى الطرق الآتيــة :

١ ــ توصيل ملفات الابتدائى والثانوى نجمة .

٢ ــ توصيل ملفات الابتدائى والثانوى دلتا .

٣ ــ توصيل ملفات الابتدائى نجمة وملفات الثانوى دلتا .

٤ ــ توصيل ملفات الابتدائى دلتا وملفات الثانوى نجمة .

حساب محول ثلاثة أوجه

عند حساب مساحة مقطع القلب الواحد يكون على أساس $\frac{٢}{٣}$ القدرة الكلية للمحول اى اذا كان المحول قدرته مثلا ٣٠٠٠ كيلو وات فان كل قائم (قلب) يصمم على أنه يختص بقدرة مقدارها ٣٠٠٠ × $\frac{٢}{٣}$ = ٢٠٠٠ كيلو وات

اما فى حساب الدائرة الكهربية فقدرة كل قائم = $\frac{١}{٣}$ القدرة الكلية .

$$\therefore \text{مساحة مقطع القلب بالسم}^{٢} = \frac{\text{عدد ثابت}}{\sqrt{٣}} \times \sqrt{\frac{\text{القدرة فى القائم}}{\text{التردد}}}$$

والعدد الثابت يستعمل (٧) للقدرة حتى ١٠٠٠ وات والعدد (٩) للقدرة أكبر من ذلك . مع مراعاة مقاومة ونظافة الرقـــائق حتى يكون المفقود فى الحديد أقل ما يمكن .

حساب القدرة للمحول

لحساب قدرة محول ثلاثة أوجه نستعمل البيانات الآتية :

١ ــ عدد ذبذبات ضغط الينبوع وهى ف .

٢ ــ قيمة الخطوط المغناطيسية الكلية وهى خ .

٣ ــ عدد اللفات فى الابتدائى أو الثانوى وهى ل .

٤ ــ شدة التيار فى الابتدائى أو الثانوى وهى ش .

٥ ــ قيمة جذر ثلاثةوهى ١٫٧٣٢ .

٦ ــ الرقم الثابت ٤٫٤٤ ، $١٠^{٨}$ ، ١٠٠٠ .

$$\text{القدرة لمحول ثلاثة أوجه} = \frac{٤٫٤٤ \times \text{ف} \times \text{خ} \times \text{ل} \times \text{ش} \times ١٫٧٣٢}{١٠^{٨} \times ١٠٠٠}$$

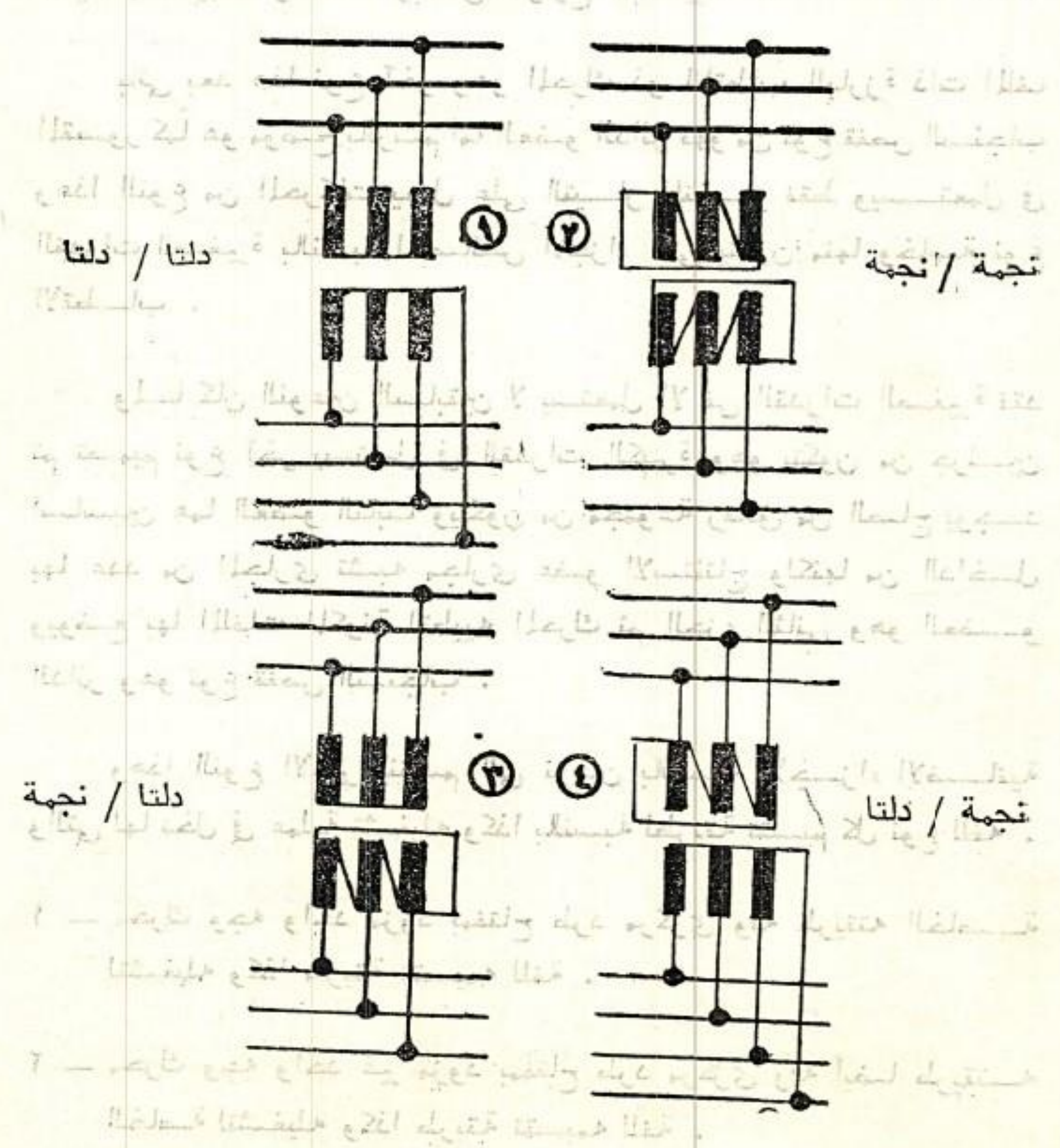
= كيلو فولت أمبير .

بالنسبة لعدد اللف نستعمل القانون الآتى :

$$\text{الفولت} = \frac{\text{٤٤ر٤} \times \text{الذبذبة} \times \text{قيمة الفيض المغناطيسى} \times \text{عدد اللفات}}{١٠^{٨}}$$

فى القانون السابق اذا كان الفولت هو فولت الابتدائى يكون عدد اللفات ابتدائى اذا كان خاص بالثانوى كانت عدد اللفات للثانوى .

أما مساحة مقطع السلك فهى تحسب على أساس قدرة المحــول وشدة وضغط كل من الابتدائى والثانوى .



محركات التيار المتغير

محرك الوجه الواحد

تختلف انواع محركات التيار المتغير التى تعمل على تيار ذو وجـــه واحد فمنها المحرك العام (يونيفرسال) وهذا المحرك يعمل على كل مــن التيار المستمر والمتغير حيث يتكون من أجزاء تشبه اجزاء محركات التيار المستمر وهى العضو الدائر عضو استنتاج كامل من حيث الرقائق والمجارى والملفات وعضو التوزيع بالاضافة الى الأقطاب البارزة والمصنوعة من رقائق وعليها الملفات وكذا الفرش الكربونية ، وهذا النوع يستعمل كثرة فى محركات ماكينات الخياطة والخلاط وبعض المراوح الصغيرة .

يأتى بعد هذا نوع آخر وهو المحرك ذو الأقطاب البارزة ذات الملف المقصور كما هو موضح بالرسم اما العضو الدائر فهو من نوع قفص السنجاب وهذا النوع من المحركات يعمل على التيـــار المتغـــير فقط ويســـتعمل فى القدرات الصغيرة بالنسبة لخصائص الأجزاء التى يتكون منها وخاصة نوع الأقطـــاب .

ولمـــا كان النوعين السابقين لا يستعمل الا فى القدرات الصغيرة فقد تم تصميم نوع آخر يستعمل فى القدرات الكبيرة وهو يتكون من جزئـــين أساسيين هما العضو الثابت ويتكون من مجموعة رقائق من الصاج يوجـــد بها عدد من المجارى تشبه مجارى عضو الاستنتاج ولكنها من الداخـــل ويوضع بها الملفات المكونة لتطبيه المحرك ثم الجزء الثانى وهو العضـــو الدائر وهو نوع قفص السنجاب .

وهذا النوع الأخير ينقسم الى نوعين بالنسبة للأجـــزاء الاضـــافية والتى لها دخل فى عملية تشغيله وكذا بالنسبة لطريقة تقسيم كل نوع للفه .

١ ـــ محرك وجه واحد مزود بمفتاح طرد مركزى وله طريقته الخاصـــة لتشغيله وكذا طريقة تقسيمه للفة .

٢ ـــ محرك وجه واحد غير مزود بمفتاح طرد مركزى وله أيضا طريقتـــه الخاصة لتشغيله وكذا طريقة تقسيمه للفة .

المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى

نوعيات هذا المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى كثيره ونذكر منها الآتى :

١ — محرك غير مزود بمكثف .

٢ — محرك مزود بمكثف .

٣ — محرك يشترك فيه مجارى تقويم مع تشغيل فى مجرى أو اكثر تحت كل قطب .

٤ — محرك مزود بمكثفين .

جميع هذه المحركات تقسم فيها عدد مجارى المحرك على اساس $\frac{2}{3}$ المجارى لملفات التشغيل $\frac{1}{3}$ المجارى لملفات التقويم .

١ — المحرك الغير مزود بمكثف : فى هذا المحرك حيث تكون مساحة مقطع سلك التشغيل كبيرة ومقاومتها صغيرة ومساحة مقطع سلك التقويم صغيرة ومقاومتها كبيرة الأمر الذى ينتج عنه مجالين بينهما زاوية وجه الا اننا نجد أن قيمة هذه الزاوية اقل من ٩٠ درجة وعلى هذا يكون عزم بدء الدوران ضعيف ولكنه كافيا لتشغيل المحرك عند تغذيته بالتيار بدون حمل ويرجع هذا لنسبة اختلاف مقاومة وممانعة نوعى الملفات (تشغيل وتقويم) . لذا نجد هذا المحرك تكون فيه شدة التيار كبيرة عند بدء التشغيل حتى ينفصل التقويم .

٢ — المحرك المزود بمكثف : ويسمى بالمحرك السعوى البدء وفيه يوصل المكثف المناسب لقدرة المحرك بالتوالى مع ملفات التقويم فيعمل هذا المكثف على جعل تيار ملفات التقويم يسبق تيار الينبوع وهنا نحصل على مجال دائرى منتظم أكثر من النوع الغير مزود بمكثف كما نجد أن زاوية الوجه يحدث بها تحسن حيث تصل الى ما يقرب من ٩٠ درجة وهنا نحصل على عزم بدء دوران اكبر مع شدة تيار اقل مع ملاحظة أن إستعمال المكثف فى هذا المحرك يتبعه تغيير فى مساحة مقطع سلك ملفات التقويم بالنسبة لمساحة مقطع السلك فى المحرك الغير مزود بمكثف مع الاحتفاظ بعدد اللفات لذا نجد أن هذا المحرك اذا استبعد منه المكثف أو اذا حدث له تلف نجد المحرك عند تغذيته بالتيار لا يشتغل ولابد من تغييره بأخر سليم .

٣ — المحرك الذى تشترك فيه ملفات التقويم مع ملفات التشغيل فى مجرى واحدة أو أكثر من مجرى تحت كل قطب تشغيل مع تواجد مجـارى لملفات مستقلة للتشغيل والتقويم وعملية الاشراك هى أيضا وسيلة لتحسين زاوية الوجه وبالتالى تحسين عزم بدء دوران حتى تنفصل ملفات التقويم .

٤ — المحرك المزود بمكثفين : فى هذا المحرك نجد مكثفين احدهما كبير السعة وهو مكثف بدء ومكثف سعته صـغيرة وهو مكثف تشغيل والمكثفين متصلين بالتوازى مع بعضها مع ملاحظة ان سعة المكثف الكبيرة تقرب من أربعة أضعاف السعة الصغيرة وذلك للحصول على عزم بدء دوران ذو درجة عالية — أما عن التوصيلات فى هذا المحرك نجدها تختلف عن الموجودة فى المحركات السابقة لأننا نجد أن المكثف ذو السعة الكبيرة هو المتصل بمفتاح الطرد المركزى وهو الذى ينفصل عندما يأخذ المحرك سرعته وتبقى ملفات التقويم متصلة بالتوالى مع المكثف ذو السعة الصغيرة متصـلين بالتيـار وبالتوازى مع ملفات التشغيل .

والرسومات الآتية تبين الوضع فى الأنواع الأربعة السابق ذكرها .

تقسيم المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى

قبل أن نتكلم عن خطوات التقسيم يجب توضيح الآتى :

يوجد فى هذا المحرك نوعين من الملفات الأولى وهى الأساسية وتسمى بملفات التشغيل وهى تحمل تيار الحمل وتحسب من حيث مساحة مقطـع السلك وعدد لفات كل ملف على أساس قدرة سرعة المحـرك وكذا ضغط وتردد التيار الذى يعمل عليه هذا المحرك .

والملفات الثانية وهى اضافية وتسمى بملفات التقويم أو البـدء أو المساعدة وهى خاصة بتقويم المحرك من السكون الى الحركة وتحسب من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف عـلى اسـاس عزم بـدء الدوران .

ونظرا لتشغيل هذا المحرك على تيار متغير وجه واحد نجد اذا وضعت ملفات التشغيل فقط لا يحدث دوران تلقائى الا اذا حركنا العضو الدائـر

بأى وسيلة خارجية لذا وضعت ملفات التقويم لتقوم بعمل هذه الوسـيلة الخارجية وتحرك العضو الدائر عند تغذية المحرك بالتيار والسبب فى ذلك هو عدم وجود زاوية وجه للتيار ذو الوجه الواحد فبوضع التقويم تعمـل على خلق وجه آخر من الوجه الأصلى فتتواجد زاوية وجه بينهما مقدارها ٩٠ درجة تقريبا فيتواجد عزم الدوران ويتحرك العضو الدائر .

ولكى تقوم ملفات التقويم بعملها وايجاد زاوية الوجه المطلوبة والتى يترتب عليها تواجد عزم بدء الدوران لابد أن تختلف ملفات التقويم عن ملفات التشغيل فى الآتى :

١ ــ عدد مجارى كل منهما .
٢ ــ مساحة مقطع سلك كل منهما .
٣ ــ عدد لفات ملف كل منهما .

بالاضافة الى تواجد المكثف فى بعض الحالات ومتصل مع ملفات التقويم .

بهذه الاختلافات بين التشغيل والتقويم تتواجد زاوية الوجه اللازمة لدوران العضو الدائر .

خطوات التقسيم

ــ معرفة سرعة المحرك التى منها يمكن تحديد عدد أقطاب المحرك .
٢ ــ معرفة عدد المجارى الكلية للمحرك .
٣ ــ تحديد عدد مجارى ملفات التشغيل على ساس $\frac{٢}{٣}$ مجارى المحرك .
٤ ــ تحديد عدد مجارى ملفات التقويم على أساس $\frac{١}{٣}$ المحرك .
٥ ــ تحديد عدد مجارى كل قطب من اقطاب التشغيل من قسمة عدد مجارى التشغيل ÷ عدد اقطاب المحرك .
٦ ــ تحديد عدد مجارى كل قطب من أقطاب التقويم من قسمة عدد مجارى التقويم ÷ عدد اقطاب المحرك .
٧ ــ نوعية اللف فى هذا المحرك اختير لف الجانب الواحد فى المجرى .
٨ ــ نوعية الخطوة اختير فى هذا المحرك الخطوة المتداخلة ذات الجناحين .
٩ ــ مقدار الخطوة : نظرا لتواجد اكثر من متداخلة فعلينا أولا معرفة خطوة اللف الأصغر .

نجد دائما ان عدد مجارى قطب التقويم تقع فى وسـط ملفـات قطب التشغيل ومن هذا الوضع يمكن معرفة قيمة خطوة الملف الأصغر للتشغيل ثم باقى الملفات .

(أ) خطوة الملف الأصغر تشغيل = عدد مجارى قطب التقويم+٢= مجرى

(ب) خطـوة الملف الثانى تشغيل = خطـوة الملف الأصـغر + ٢ = مجرى

وهكذا لباقى الملفات اذا كان هناك ثالث تكون خطوته الثانى زائد اثنين اما خطوة ملفات التقويم فهى عكس التشغيل لأننا سنأخذ بعدد مجارى قطب التشغيل زائد اثنين للملف الأصغر ثم باقى الملف بعد ذلك بزائد مجرتـين للخطوة السابقة .

مثال لتقسيم محرك

محرك وجه واحد العضو الثابت يحتوى على ٢٤ مجرى يعطى سرعة ١٤٥٠ لفة / دقيقة يراد تقسيمه لاعادة لفة مع رسـم الانفـراد لتوضيح الأنواع الثلاثة الغير مزود بمكثف والذى تشترك فيه لفات التقويم مع لفات التشغيل .

١ — سرعة المحرك = ١٤٥٠ لفة/دقيقة = ٤ أقطاب

٢ — عـدالمجـارى الكليـة = ٢٤ مجرى .

٣ — عدد مجارى التشـغيل الكلية = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى

٤ — عدد مجارى قطب التشـغيل = ١٦ ÷ ٤ = ٤ مجرى

٥ — عدد مجارى التقويم الكليـة = ٢٤ × $\frac{١}{٣}$ = ٨ مجرى

٦ — عدد مجـارى قطب التقـويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

٧ — نوع الملف جانب واحد مع قسمة ملفات التشغيل نصفين أى جناحين لتنسيق الملفات .

٨ — نوع الخوة متداخلة .

٩ — خطوة الملف الأصغر = عدد مجارى قطب التقويم + ٢
= ٢ + ٢ = ٤ مجرى

١٠ — خطوة الملف الثانى=خطوة الملف الأصغر + ٢ = ٤+٢=٦ مجرى
أو على أساس خطوة الملف الأكبر=عدد مجارى المحرك ÷ عددالأقطاب
= ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

∴ خطوة الملف الأصغر = خطوة الأكبر — ٢ = ٦ — ٢ = ٤ مجرى

طريقة تقسيم أخرى لتحديد عدد مجارى قطب التشغيل والتقويم :

عدد مجارى القطب الكامل = عدد مجارى المحرك ÷ عدد الأقطاب .
= ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

∴ عدد مجارى قطب التشغيل = عدد مجارى القطب الكامل × $\frac{2}{3}$

= ٦ × $\frac{2}{3}$ = ٤ مجرى

∴ عدد مجارى قطب التقـويم = عدد مجارى القطب الكامل × $\frac{1}{3}$

= ٦ × $\frac{1}{3}$ = ٢ مجرى

توصـيل الملفـات

بعد استكمال وضع جميع ملفات التشغيل وملفات التقويم تنفذ بعـد ذلك عملية توصيل مجموعات ملفات التشغيل مع بعضها بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الكهربى فى كل مجموعة وذلك لتكوين القطبية المختلفة التى يتكون منها عدد أقطاب المحرك وهكذا بالنسـبة لملفات التقويم مـع ملاحظة ان أى مجموعة ملفات يقع جانبها الأول تحت قطب ويقع جانبهـا الآخر تحت قطب آخر مخالف .

بعد تنفيذ جميع المعلومات السابق شرحها يبقى تجهيز اطراف توصيل المحرك على التيار وهذه العملية لها وضعان بالنسبة لطرفى ملفات التشغيل وطرفى ملفات التقويم وطرفى الطرد المركزى وطرفى المكثف اذا وجد .

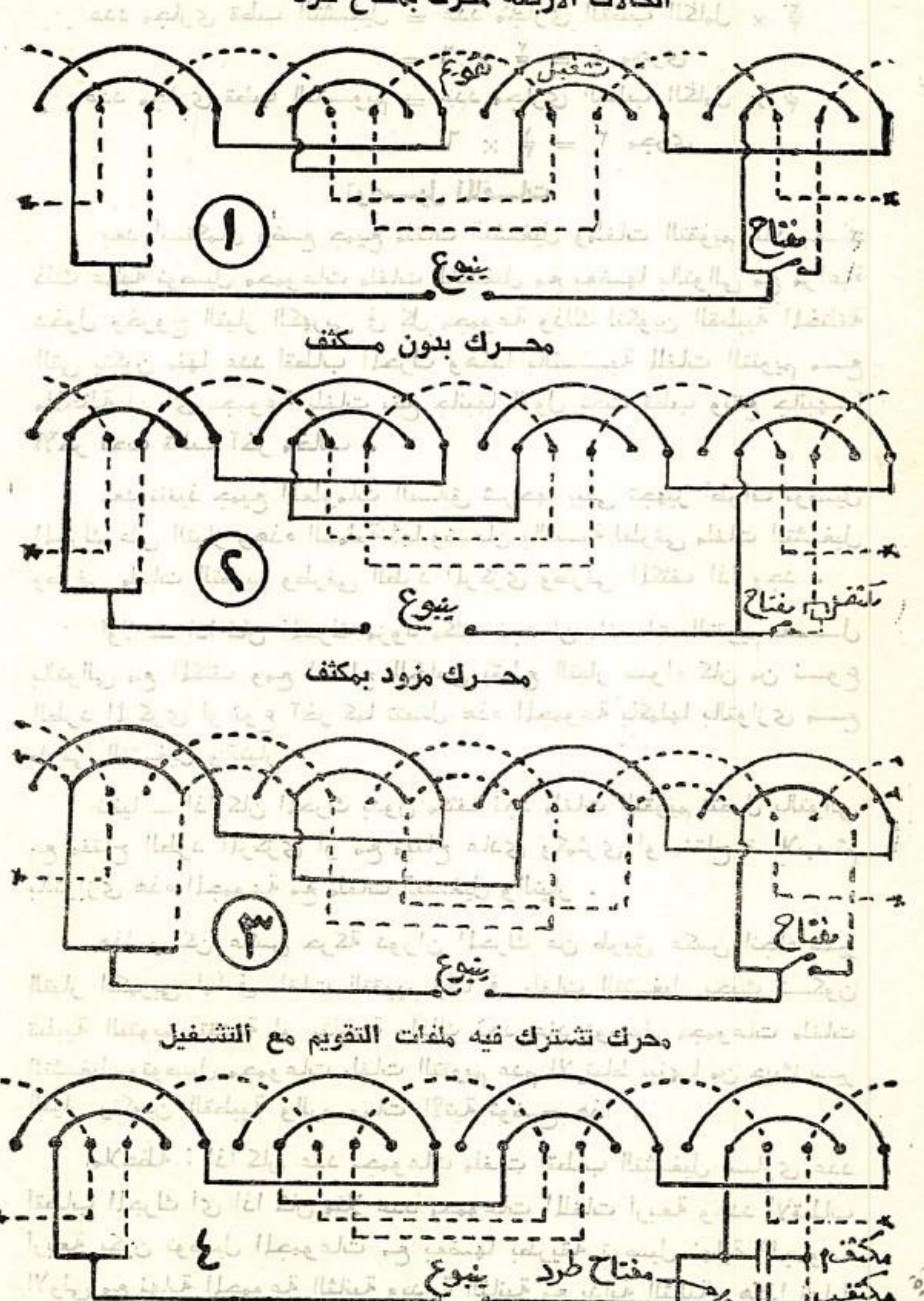
اولا ــ اذا كان المحرك مزود مكثف نجد أن ملفـات التقويم تتصـل بالتوالى مع المكثف ومع المفتاح الخاص بقطع التيار سواء كان من نـوع الطرد المركزى أو نوع آخر كما تتصل هذه المجموعة بأكملها بالتوازى مـع طرفى التشغيل والتيار .

ثانيا ــ اذا كان المحرك بدون مكثف نجد ملفات التقويم تتصل بالتوالى مع مفتاح الطرد المركزى أو مع مفتاح عادى وكمثرى أو مفتاح قـلاب ثم بالتوازى هذه المجموعة مع ملفات التشغيل والتيار .

هذا ويمكن عكس حركة دوران المحرك عن طريق عكس اتجاه سير التيار الكهربى اما فى ملفات التقويم وأما فى ملفات التشغيل بحيث تـكون قطبية التقويم متقدمة أو متأخرة ولذلك نجد عند توصيل مجموعات ملفات التشغيل وتوصيل مجموعات ملفات التقويم عدم الارتباط بينهما من حيث سير التيار وتكوين القطبية والرسومات الآتية توضح هذا .

ملاحظة : اذا كان عدد مجموعات ملفات أقطاب التشغيل تساوى عدد أقطاب المحرك أى اذا كان مثلا عدد مجموعات الملفات أربعة وعدد الأقطاب أربعة يكون توصيل المجموعات مع بعضها بطريقة توصيل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا نهاية مع نهاية وبداية مع بداية إما اذا كان عدد المجموعات نصف عدد الأقطـاب كون التوصيل نهاية الأولى مع بداية الثانية وهكذا مع باقى المجموعات .

الحالات الأربعة لمحرك بمفتاح طرد



محـرك بدون مـكثف

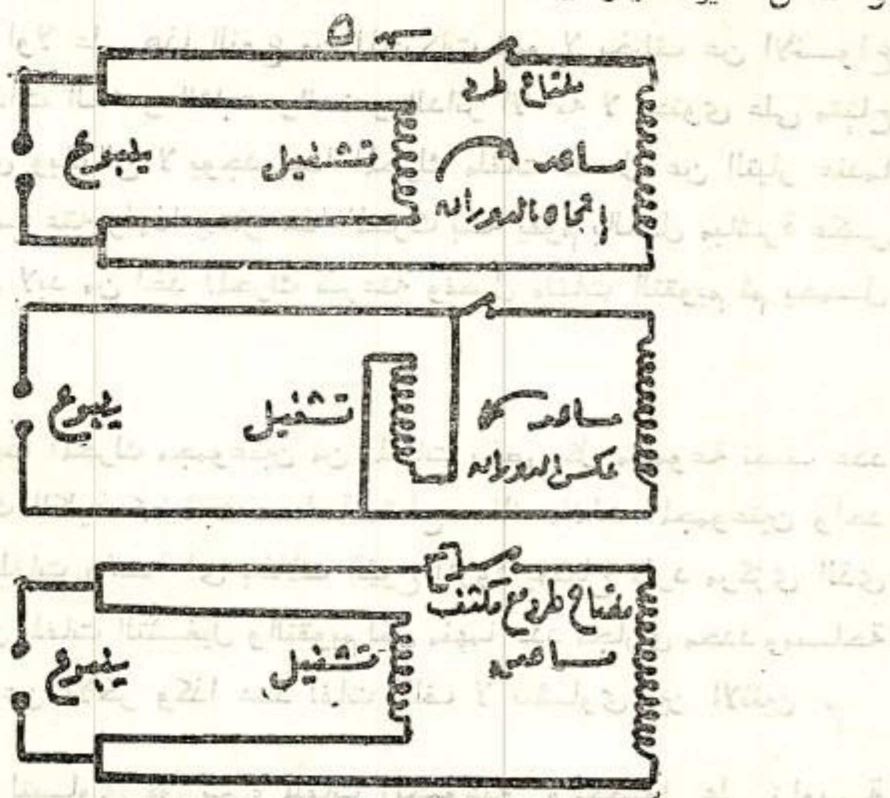
محـرك مزود بمكثف

محرك تشترك فيه ملفات التقويم مع التشغيل

محرك فيه مكثفين أ سعة صغيرة ، ب سعة كبيرة متصل بالمفتاح

عكس اتجاه الدوران لمحرك مزود بمفتاح طرد مركزى

ويمكن تنفيذ هذا اما عن طريق عكس سير التيار فى ملفات التقويم أو عكس سير التيار فى ملفات التشغيل .



ملاحظة هامة : فى بعض محركات الوجه الواحد المزودة بمفتاح طـــرد مركزى يحدث عدم التقيد بقيمة ⅔ المجارى للتشغيل ، ⅓ المجـــارى للتقويم فمثلا اذا كان المحرك ٢٤ مجرى ٦ قطب يكون ⅔ المجارى ١٦ مجرى تشغيل ، ⅓ المجارى ٨ مجرى للتقويم وعند حساب عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم يكون عدد مجارى قطب التشغيل = ١٦ ÷ ٦ = ٢⅔ مجـــرى والتقويم ٨ ÷ ٦ = ١½ مجرى وتصريف هذا الوضع يكون برفع عدد ٢ مجرى من مجارى التقويم فتصبح ٦ مجرى واضافتها الى مجارى التشغيل فتصبح ١٨ مجرى وعلى هذا يكون قطب التشغيل ٣ مجرى والتقويم مجرى واحدة ولضبط زاوية الوجه اما أن نضيف مكثف للتقويم أو نشرك عدد من اللفات للتقويم مع التشغيل فى مجرى أو اكثر تحت كل قطب أو نرفع مساحة قطع سلك التقويم وفى هذه الحالة يكون فى بعض الحالات مساحة مقطع التقويم اكبر من التشغيل مع ملاحظة أنه يترتب على هذه التعديلات عمل حسابات جديدة لكل من التشغيل والتقويم للملفات .

تقسيم المحرك الغير مزود

بمفتاح طرد مركزى

نتعرف أولا على هذا النوع من المحركات فهو لا يختلف عن الأنـــواع السابقة من ذات العضو الثابت والعضو الدائر الا أنه لا يحتوى على مفتاح الطرد المركزى وبالتالى لا يوجد بهذا المحرك ملفات تفصل عن التيار عندما يأخذ المحرك سرعته ولهذا يمتاز هذا المحرك بأنه يقوم بالحمل مباشرة عكس النوع السابق لابد من أخذ المحرك سرعته وفصل ملفات التقويم ثم يحمـــل بالحمـــل .

يوجد بهذا المحرك مجموعتين من الملفات يخص كل مجموعة نصف عدد مجارى المحرك الكلية كما نجد مساحة مقطع سلك ملفات المجموعتين واحد وعدد لفات الملفات واحدة أى بخلاف النوع المزود بمفتاح طرد مركزى الذى نجد فيه كل من ملفات التشغيل والتقويم لكل منهما عدد مجارى محدد ومساحة مقطع تختلف عن الآخر وكذا عدد لفات الملف لا تتشاوى بين الاثنين .

بالنسبة لتساوى كل شىء لملفات المجموعتين وللحصول على زاويـــة وجه عند بدء دوران المحرك نجد لابد من تزويد هذا المحرك بمكثف يوضـــع بالتوالى مع مجموعة من المجموعتين مع مراعاة أن يكون المكثف مناسب لقدرة المحرك والضغط الذى يعمل عليه كما يمكن عكس اتجاه دوران المحرك عن طريق نقل المكثف من مجموعة الى المجموعة الأعرى فيعمل عـــلى تغيير الزاوية من تقديميه الى تأخيرية أو العكس .

هناك بعض محركات من هذا النوع نجد سلك ملفات أحد المجموعتين يختلف عن سلك ملفات المجموعة الأخرى بنســبة ٥٪ نقص فى مســاحة مقطع السلك مع ٥٪ زيادة فى عدد اللفات ويعتبر هذا زيـــادة فى عمليـــة المكثف الخاصة بضبط زاوية الوجه بين ملفات المجموعتين لذا نجد اتصـــال المكثف يكون مع مجموعة الملفات المختلفة فى مساحة مقطع السلك وعـــدد اللفات وعلى هذا يكون وضع المكثف ثابت ولا يجوز نقله الى المجموعة الآخرى لتغيير اتجاه الدوران .

مثال لتقسيم محرك غير مزود

بمفتاح طرد مركزى

محرك وجه واحد غير مزود بمفتاح طرد مركزى العضو الثابت يحتوى على ٢٤ مجرى ويعطى سرعة ١٤٠٠ لفة / دقيقة يراد تقسيمه ورسم الانفراد .

التقسيم

١ — سرعة المحرك = ١٤٠٠ لفة / دقيقة = ٤ قطب

٢ — عدد مجارى المحرك = ٢٤ مجرى

٣ — عدد مجارى كل مجموعة ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

٤ — عدد مجارى كل قطب في كل مجموعة = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

٥ — نوعية اللف يمكن استعمال الجانب والجانبين فى الجرى .

٦ — نوعية الخطوة يمكن استعمال المتداخلة والثابتة .

٧ — مقدار عطوة الملف الأصغر فى المتداخل = عدد مجارى قطب المجموعة + ٢ = ٣ + ٢ = ٥

خطوة الملف الثانى = خطوة الأصغر + ٢ = ٥ + ٢ = ٧

خطوة الملف الثالث = خطوة الثانى + ٢ = ٧ + ٢ = ٩

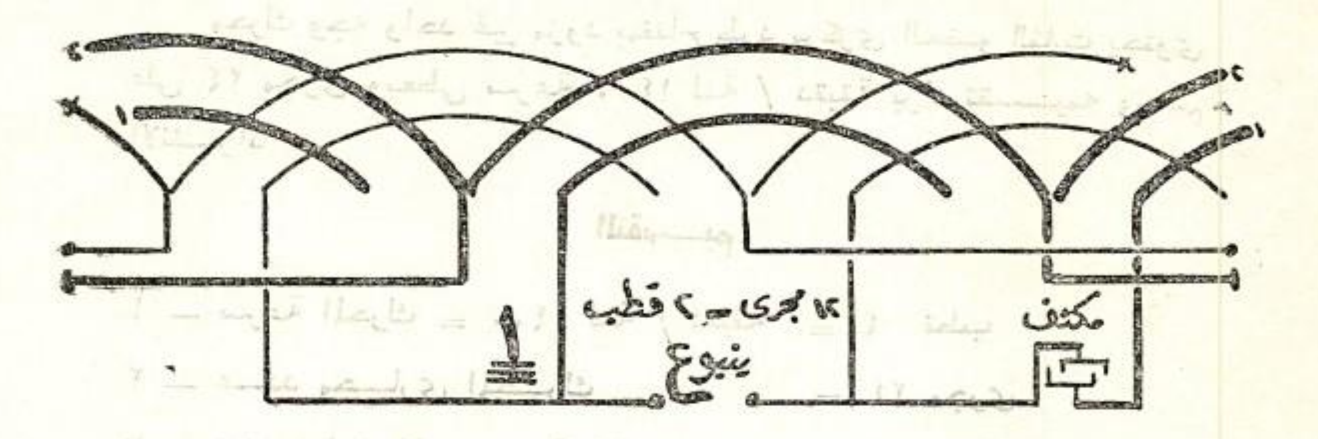
فى حالة نوعية اللف جانب واحد تقسم الملفات الثلاثة الى جناحين ملف ونصف أى الملف الأصغر كامل العدد والملف الثانى نصفين أى جانبين فى المجرى كما هو موضح وفى حالة نوعية اللف جانبين فى المجرى نستعمل الملفات الثلاث المتداخلة وبالخطوات السابقة أو نستعمل الملفات الثلاث ثابتة الخطوة (١ — ٧) وهى متوسط الخطوات الثلاثة فى المتداخل .

توصل ملفات كل مجموعة بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الحصول على القطبية السليمة فى المحرك هذا ويمكن اعتبار أحد المجموعتين ملفات تشغيل والمجموعة الثانية والمتصلة مع المكثف ملفات تقويم .

ملاحظة : فى حالة الجانب الواحد المستعمل فيها قسمة الملف الثانى جناحين لا تنفذ غير متداعلة .

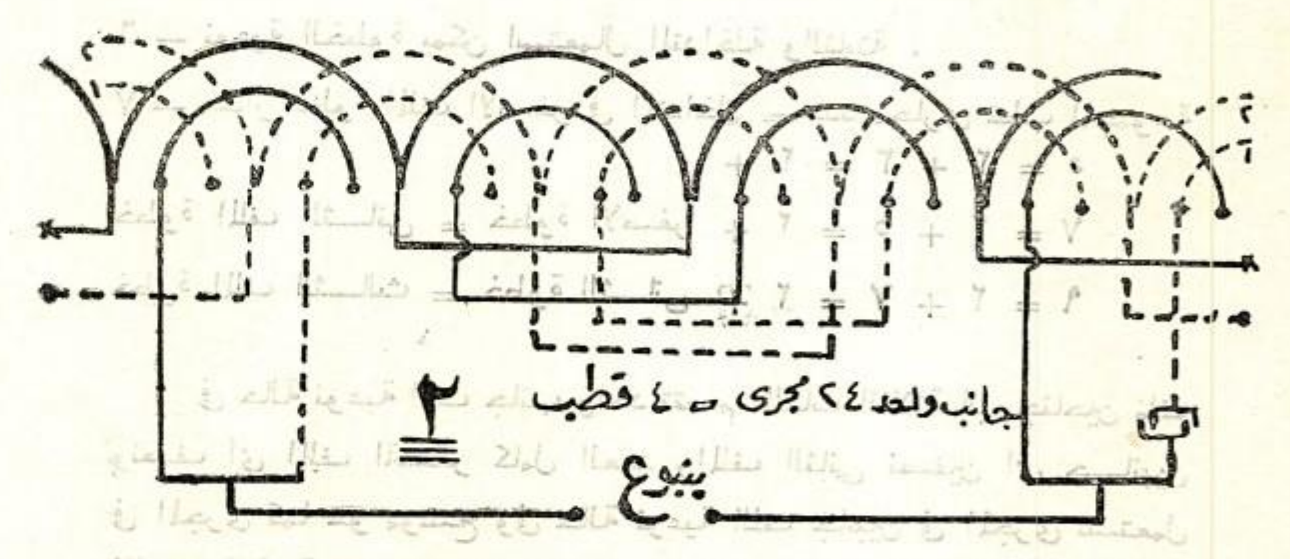
محرك غير مزود بمفتاح طرد ١٢ مجرى ٢ قطب

خطوة ١ ــ ٥ ، ١ ــ ٧ جانب وجانبين

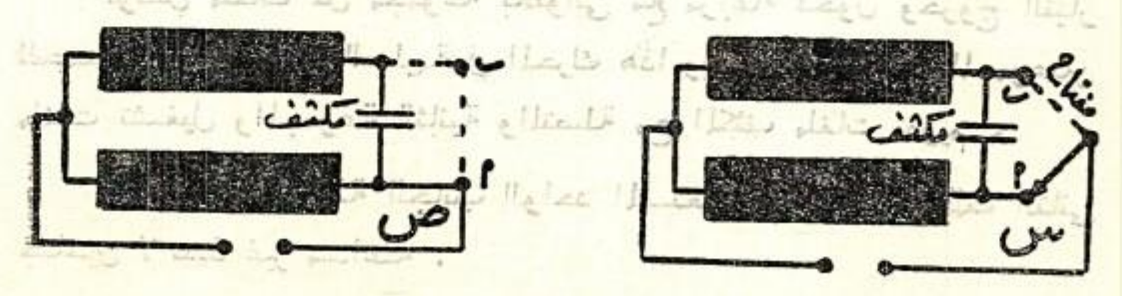


محرك غير مزود بمفتاح طرد ٢٤ مجرى ٤ قطب

خطوة ١ ــ ٥ ، ١ ــ ٧ جانب وجانبين



طريقة عكس اتجاه الدوران بتغير وضع المكثف بالنسبة للمجموعتين حسب الرسم فى الشكل س نستعمل مفتاح عكس حركة والشكل ص التغيير يدوى فعند نقل التوصيل من أ الى ب يتغير وضع المكثف .



المحـرك التنافـرى

يعتبر هذا المحرك أحد محركات الوجه الواحد ولكنه يختلف فى تكوينه وطريقة تشغيله عن كل من المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى والغير مزود بمفتاح طرد مركزى .

الأجـزاء الأسـاسية

١ ـ العضو الثابت وهو يشبه تماما العضو الثابت لمحركات التيار المتغير .
٢ ـ العضو الدائر وهو عضو استنتاج كامل مثل محركات التيار المستمر .
٣ ـ الفرش الكربونيـة .

العضـو الثـابت

تقسيم مجارى العضو الثابت حسب عدد أقطاب المحرك وتوضـع فيها الملفات الخاصة بتكوين قطبية المحرك وتوصيل مع بعضها ويبقى طرفى التغذيـة .

العضـو الدائـر

تقسيم مجارى العضو الدائر على أساس قطبية المحرك وتوضع فيها ملفات تلحم أطرافها فى قطاعات عضو التوزيع على أساس لحام تموجى .

احداث حـركة الدوران

عندما يمر التيار المتغير فى ملفات العضو الثابت ينتج عن ذلك مجال مغناطيسى متغير الاتجاه ويقطع هذا المجال الملفات الموجـودة فى عضـو الاستنتاج فينتج فيها (ق.د.ك) مستنتجة ولكن هذا التيـار المستنتج لا يظهر تأثيره الا فى الملفات الواقعة بين الفرشتين المقصورتين فتحدث نتيجة هذا القصر مغناطيسية فى العضو الدائر تشابه مغناطيسية العضو الثابت وهنا تتم عملية التنافر بين المغناطيسيين ولذا سمى بالمحـرك التنـافرى بالنسبة للفرش الموجودة على عضو التوزيع نجد لها أربعة حالات هما :

١ ـ عضو توزيع مجوف ويوجد بداخله حلقة زمبركية بها مجموعة ريش نحاسية تتأثر بالقوة الدافعة المركزية أثناء الدوران فتقصر قطاعات عضو التوزيع والفرش الموجودة عـلى هذا العضـو هما فرشتان مقصورتان على بعضهما ويمكن عن طريق تحريكهما التأثير عـلى سرعة المحرك وعكس اتجاه الدوران .

٢ — عضو توزيع مماثل للسابق ويوجد عليه أربعة فرش اثنتين لهما طرفين وغير مقصورتين والاثنتين الأخريتين مثلهما وتتجه أطراف المجموعتين الى مفتاح تشغيل يمكن عن طريقه قصر أى من الفرشتين فاذا تم قصر اثنتين يدور فى اتجاه واذا تم قصر الأخرتين وفتح الأولتين يدور فى اتجاه آخر .

٣ — عضو توزيع غير مجوف عادى ويوجد عليه أربعة فرش كل اثنتين مقصورتين ولكن هناك اثنتين ثابتين واثنتين متحركتين وعلى هذا نجد عمل الفرش المتحركة هو التاثير على سرعة الدوران وعكس اتجاه الحركة وعمل الفرش الثابتة هو استمرار عملية القصر على ملفات العضو الدائر .

٤ — عضو توزيع يوجد عليه أربعة فرش اثنتين مقصورتين ومتحركتين واثنتين ثابتتين ومتصلتين مع مجموعة ملفات موضوعة فى مجارى العضو الثابت تسمى بملفات التعويض وفائدتها هو تقليل الشرر بين الفرش وحسين معامل القدرة .

هذا وفى بعض الحالات نجد عندما يأخذ المحرك سرعته ترنع الفرش عن عضو التوزيع لمنع استمرار عملية الاحتكاك واستهلاك الفرش كما وأن الفرش فى الحالات الآربعة السابقة لا صلة لها كهربيا بالعضو الثابت والتيار واذا كان محور الأقطاب عمودى على محور الفرش يكون عزم الدوران أصغر واذا كان المحورين متطابقين كان عزم الدوران كبير ويكون أكبر اذا كان المحورين على زاوية ٤٥ درجة .

لف المحرك التنافرى

عند تقسيم مجارى العضو الثابت يمكن القول أن التقسيم يشبه العضو الثابت لمحرك الوجه الواحد العادى الا انه لا يوجد فيه ملفات تقويم ويوجد نقط ملفات تشغيل وعلى هذا تقسم عدد مجارى العضو الثابت على أساس عدد أقطاب المحرك مع ترك مجارى خالية بين القطب والقطب مثل مجارى قطب التقويم ولكن خالية من اللفات .

مثال للتقسيم

محرك تنافرى يحتوى العضو الثابت على ٣٦ مجرى مقسم ٤ أقطاب

١ — عدد المجارى الخالية ٤ مجرى بواقع مجرى بين كل قطب وقطب .

٢ ــ عدد المجارى التى ستقسم = ٣٦ ــ ٤ = ٣٢ مجرى .

٣ ــ عــدد مجــارى كل قطب = ٣٢ ÷ ٤ = ٨ مجرى .

٤ ــ نوع اللف جانب واحد فى المجرى .

٥ ــ نوع الخطوة المتداخلة .

٦ ــ مقدار خطوة الملف الأصغر = عدد المجرى الخالية بين القطب والآخر + ٢ .

= ١ + ٢ = ٣ مجرى

∴ خطوة الملف الثانى = ٣ + ٢ = ٥ مجرى

خطوة الملف الثالث = ٥ + ٢ = ٧ مجرى

خطوة الملف الرابع = ٧ + ٢ = ٩ مجرى

وعلى هذا يكون توزيع ملفات الأقطاب مثل توزيع ملفات التشــغيل وتوصل المجموعات مع بعضها مع مراعاة دخــول وخــروج التيار لتكوين القطبية ويبقى طرفى البداية والنهاية وهما طرفى توصيل التيار العضــو الثابت .

أما العضو الدائر وهو عضو استنتاج له عدد من المجارى الا أن عدد هذه المجارى ليس لها أى ارتباط من حيث العدد مع عدد مجــارى العضو الثابت ولكن عند تقسيم مجارى العضو الدائر نلتزم بنفس عــدد أقطاب العضو الثابت وعلى هذا يكون تقسيم العضو الدائر على أساس الآتى :

١ ــ عدد اقطاب المحرك .

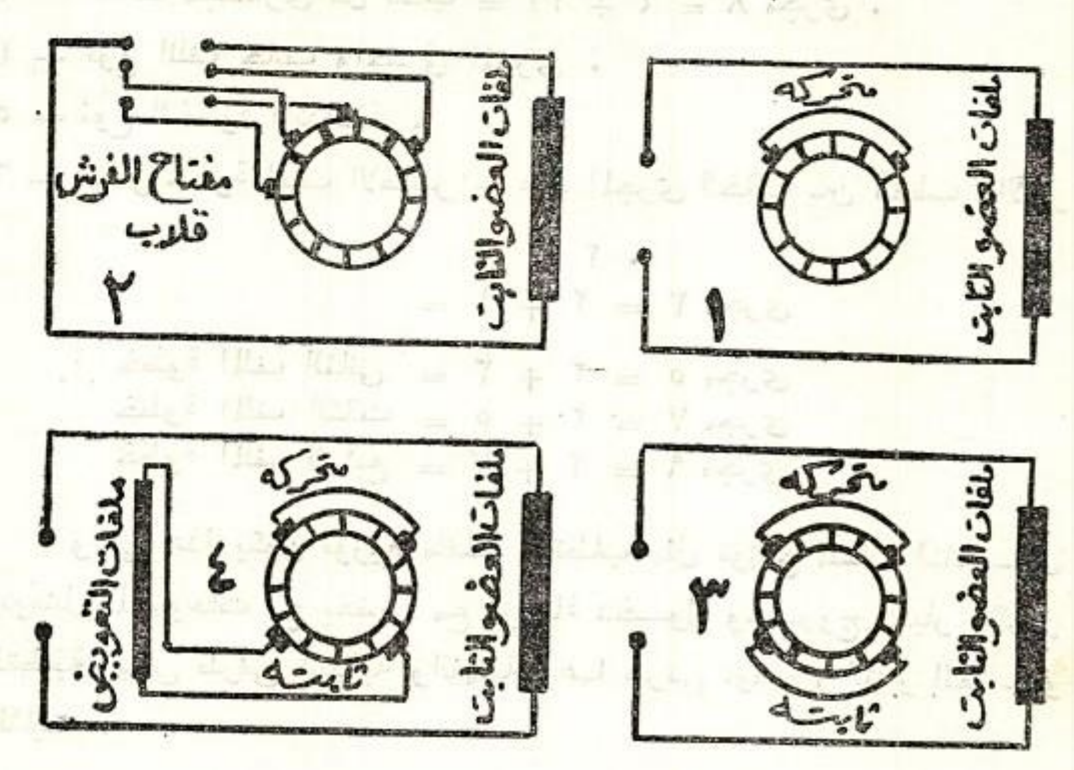
٢ ــ عدد مجارى عضو الاستنتاج .

٣ ــ عدد قطاعات عضو التوزيع .

٤ ــ خطوة اللف .

هذا وتلحم أطراف ملفات عضو الاستنتاج فى قطاعات عضو للتوزيع بطريقة اللحام التموجى السابق شرحه فى محركات التيار المستمر مع ملاحظة أنه لا يوجد أى اتصال كهربى بين ملفات العضو الثابت وملفــات العضو الدائر والملفات التى تغذى التيار هى ملفات العضو الثابت فقط أما الفرشات التى توجد على عضو التوزيع فهى لقصر ملف عضو الاستنتاج كى نحصل على مغناطيسية التنار وليس لها أى اتصال بالتيار ولا الملفات الرئيسية بالمحرك فى العضو الثابت .

دوائر المحرك التنافرى
حسب الفرشات الموجودة على عضو التوزيع



محــرك شراجــا

يعتبر هذا المحرك احد أنواع المحركات التى تعمل على تيار متغير ثلاثة أوجه ويتكون من عضو ثابت وعضو دائر ويمكن التحكم فى قيمة سرعته دون المساس بعدد اقطابه ولكن عن طريق تحــريك الفرش الموجودة به حسب الشرح الآتى :

يختلف هذا النوع من المحركات عن الأنواع الأخــرى حيث نجد أن العضو الدائر هو الذى يغذى بالتيار الخاص بالينبوع عن طريق حلقــات انزلاق اما ملفات العضو الثابت ليس لها أى صلة بتيار الينبوع .

تركيب المحرك

تحتوى مجارى العضو الثابت على ثلاثة ملفات تعرف باسم الملفــات الثانوية ويتصل طرفى كل ملف بعدد اثنين فرشة كربونية وفى بعض الحالات تستبدل الفرشة بصف من الفرش — أما العضو الدائر فيحتوى على نوعين من الملفات حيث نجد فى الطبقة الأولى داخل المجارى ملفات مقسمة ثلاثــة أوجه كما هو متبع فى لف العضو الدائر الملفوف فى المحرك الاستنتاجى وتوصل

الأطراف الثلاثة لهذه الملفات بثلاث حلقات انزلاق وتعرف هذه الملفات باسم الملفات الابتدائية ويوجد فى الطبقة الثانية للمجارى ملفات أخرى تسمى بملفات التنظيم وتوصل أطرافها بقطاعات عضو توحيد وتتلامس مع هذه القطاعات الفرش الكربونية المتصلة بأطراف ملفات العضو الثابت .

بالنسبة للفرش فانه يمكن تحريكها بحيث يتغير موضعها على قطاعات عضو التوحيد سواء بتقريب كل فرشتين ملف من بعضهما أو ابعادهما أو تبديل مكان واحدة مكان الأخرى كما هو موضح فى الرسومات الآتية فنجد فى الرسم (١) يبين ملفات العضو الثابت وملفات العضو الدائر وتوصيلها بحلقات الانزلاق وقطاعات عضو التوحيد ٦

نظرية التشغيل والاستعمال

عند توصيل تيار الينبوع لملفات العضو الدائر عن طريق حلقات الانزلاق ينشأ مجال دائرى حول ملفاته ويقطع هذا المجال ملفات العضو الثابت مخترقا الثغرة الهوائية وكذلك يقطع الملفات المتصلة بقطاعات عضو التوحيد ويولد بها (ق.د.ك بالتأثير — فعند مرور تيار فى ملفات العضو الثابت ينتج فى هذه الحالة عزم دوران فى اتجاه المجال الدائرى وبما ان ملفات عضو التوحيد مجاورة للملفات المتصلة بالينبوع فانه يقع على أطراف الفرش (ق.د.ك) تتناسب مع عدد الملفات المحصورة بين كل فرشتين ومعنى هذا أن ملفات العضو الثابت تغذى بالضغط عن طريق الاستنتاج المتبادل من ملفات العضو الدائر وعن طريق الفرش المرتكزة على قطاعات عضو التوحيد .

وبما انه يمكن تحريك الفرش وتغيير موضعها عن طريق رافعة لها ذراع متصل مع يد متحركة فان هذا التحريك للفرش يعمل على امكان اضافة ضغط الى الضغط المستنتج فى ملفات العضو الثابت أو انقاص قيمة معينة من الضغط من ملفات العضو الثابت ويتوقف هذا على وضع الفرش بالنسبة لبعضها ومنه يكون التحكم فى قيمة ضغط العضو الثابت وسرعة المحرك .

فى شكل (٢) نجد الفرشتين (ف ، ك) متجاورتان فى قطعة واحدة من قطاعات عضو التوحيد فيكون الضغط بينها صفر وعلى هذا لا توجد اضافة أو نقصان لضغط ملفات العضو الثابت .

فى شكل (٣) نجد الفرشتين متباعدتين وكانت (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى نفس اتجاه (ق.د.ك) فى العضو الثابت وهنا تزيد سرعة المحرك عن سرعة التوافق ويمكن تحديد هذه الزيادة بقيمة المسافة بين الفرشتين .

فى شكل (٤) نجد أن الفرشة (ف) أخذت مكان الفرشة (ك) وكانت (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى اتجاه عكس (ق.د.ك) فى العضو الثابت وفى هذه الحالة نجد سرعةالمحرك تنقص عن سرعة التوافق ويمكن تحديد هذا النقص بقيمة المسافة بين الفرشتين .

فاذا كان الضغط المستنتج فى ملفات العضو الثابت مثلا ١٠٠ فولت فانه يمكن مضاعفة هذا الضغط عندما تكون (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى نفس اتجاه (ق.د.ك) فى العضو الثابت .

كما يمكن تلاشى هذا الضغط أو جزء منه فى ملفات العضو الثابت عندما تكون (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى عكس اتجاه (ق.د.ك) فى العضو الثابت .

بهذه الطريقة أمكن التحكم فى سرعة المحرك وعلى وجه التقريب هى ٣ الى ١ للحمل العادى وهذا التغيير فى مدى ٤٠٪ أكثر من السرعة الى ٦٠٪ أقل من سرعة التوافق كما أن السرعة تهبط بنسبة من ٥٪ الى ٢٠٪ عند التحميل ويمكن التغلب عليها بزيادة المسافة بين الفرشتين .

استعمال المحرك

هذا النوع من المحركات ويسمى فى بعض الاحيان بالمحرك المتغير السرعة يستخدم هذا المحرك فى ادارة ماكينات القطع والتشغيل التى تحتاج الى تنظيم سرعة الدوران كما يستخدم فى ماكينات الغزل والنسيج وماكينات الطباعة .

الدائرة الكاملة للفات واجزاء المحرك

REGULATING WINDING

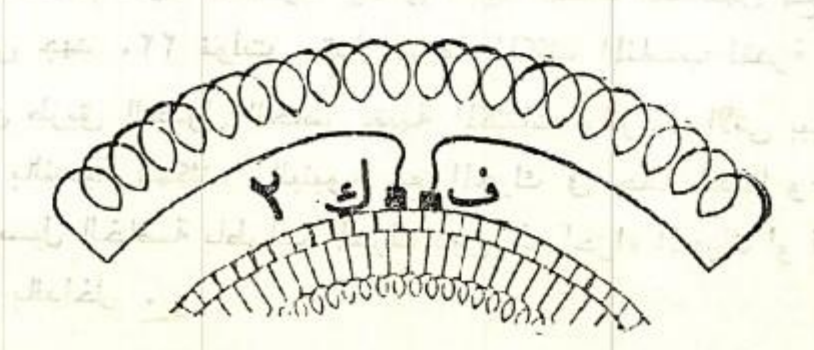
COMMUTATOR

PRIMARY

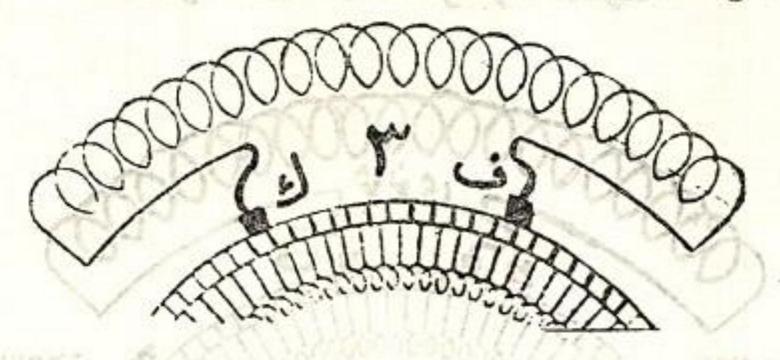
SUPPLY

١

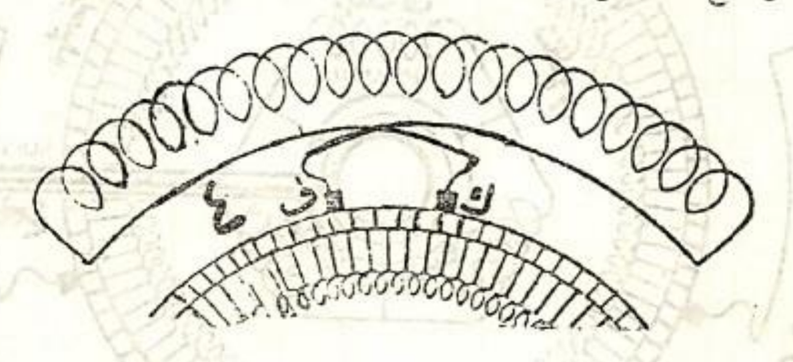
وضع الفرش عندما تكون السرعة مساوية لسرعة التوافق



وضع الفرش عندما تكون السرعة اكبر من سرعة التوافق



وضع الفرش عندما تكون السرعر اقل من سرعة التوافق

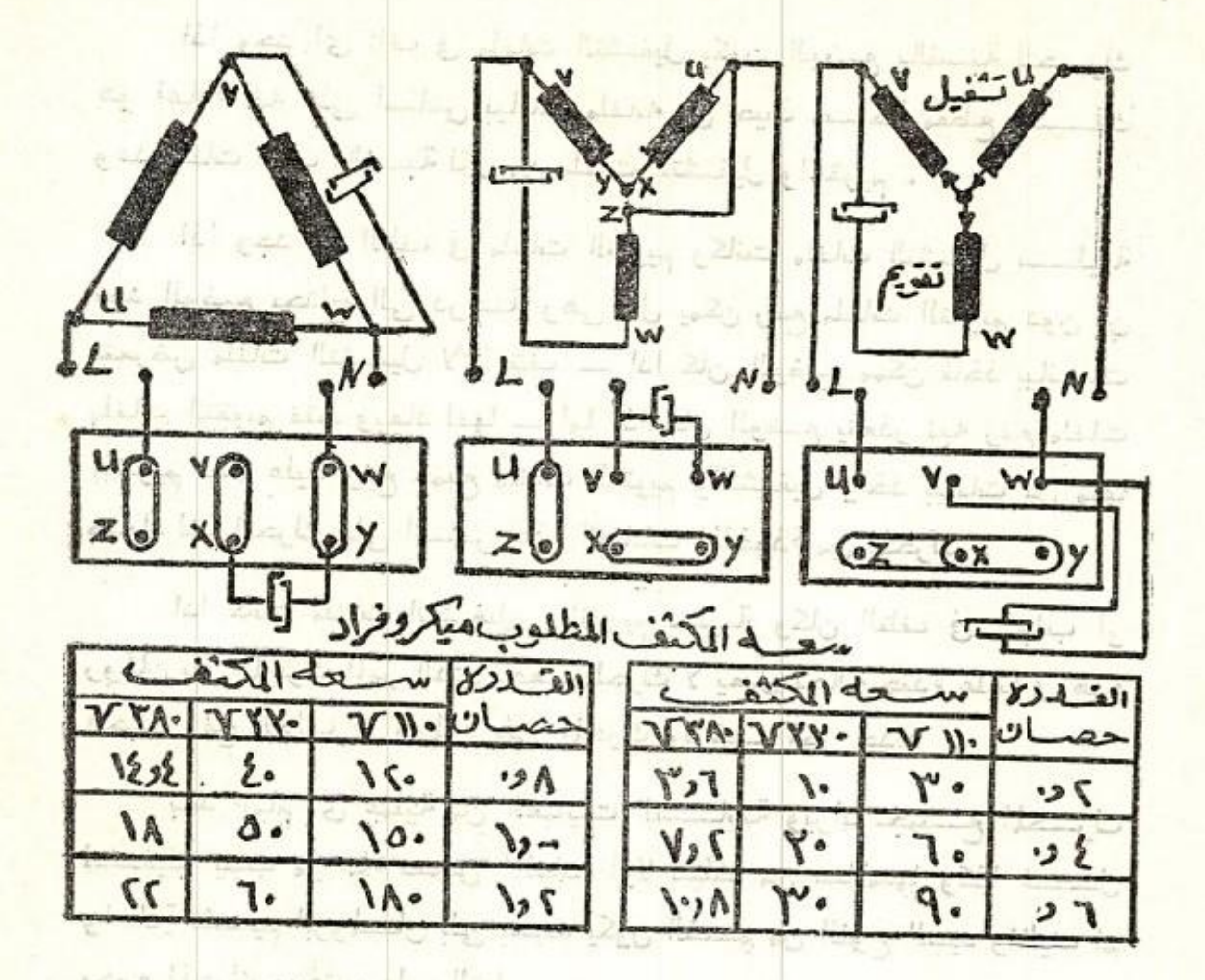


تشغيل محرك ثلاثة أوجه على وجه واحد

يمكن استخدام محركات الثلاثة أوجه ذات العضو الدائر من نـوع قفص السنجاب والتى لا تتعدى قدرتها ثلاثة كيلوات لتعمل كمحركات وجه واحد وبسرعة ثابتة .

فى هذه العملية يجب أن تعرف أن قدرة الخرج للمحرك عند تشغيله على وجه واحد تقل ولا تتعدى ٧٥٪ من قدرته المقررة فى حـالة الثلاثـة أوجـه .

لتنفيذ هذه العملية ونشغيل المحرك على وجه واحد بدلا من ثلاثة أوجه يجب استخدام المكثفات لبدء التشغيل ويتم تحديد قيمة المكثف بالنسبة لقيمة الجهد المستخدم عليه المحـرك وأمكن تقديم المكثف المستعمل مع محـرك يعمل على جهد ٢٢٠ فولت بمقدار سعة المكثف المناسب لقدرة المحـرك وذلك عن طريق الجدول الخاص بقيمة المكثفات والرسم الآتى يبين طريقة التوصيل بالنسبة للمكثف والينبوع مع المحرك فى حالة الدلتا وعن طريق علبة التوصيل الخاصة بأطراف المحرك دون فك أجزاء المحرك أو أى تعديل فى ملفاته بالداخل .



القدرة حصان	سعة المكثف ١١٠ V	٢٢٠ V	٣٨٠ V
٠,٢	٣٠	١٠	٣,٦
٠,٤	٦٠	٢٠	٧,٢
٠,٦	٩٠	٣٠	١٠,٨

القدرة حصان	سعة المكثف ١١٠ V	٢٢٠ V	٣٨٠ V
٠,٨	١٢٠	٤٠	١٤,٤
١,٠٠	١٥٠	٥٠	١٨
١,٢	١٨٠	٦٠	٢٢

البيانات العملية لحسابات لف المحرك
وجـه واحـد

لاعادة لف المحرك وضعان بالنسبة لحالة المحرك من حيث اذا كان أصلا ملفوفا وحدث به تلف يتسبب فى اعادة لفه أو اذا كان المحرك لا يوجد به ملفات أو فقدت ويراد اعادة لفه .

الحالة الأولى : وهى اذا كان المحرك أصلا به ملفات وحدث بـه تلف ويراد اعادة لفه علينا قبل كل شىء فحص المحرك والتعرف على نوع التلف الموجودة به على النحو التالى :

١ ـ فحص ملفات التشغيل والتأكد من سلامتها من حيث العـزل والمقاومة والتوصيل .

٢ ـ فحص مفتاح الطرد المركزى من حيث طريقة القطع والتوصيل للتيار وكذا صلاحية المكثف .

٣ ـ فحص الجلب أو رولمـان بلى المحرك والتأكد من سلامته .

اذا وجد أى تلف فى ملفات التشغيل يكون الوضع بالنسبة للمحرك هو اعادة لفه على أساس بيانات ملفاته من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف بالنسبة لكل من ملفات التشغيل والتقويم .

اذا وجد أن التلف فى ملفات التقويم وكانت ملفات التشغيل سليمة تجد الوضع يحتاج الى دراسة وهى هل يمكن رفع ملفات التقويم دون أن تتعرض ملفات التشغيل لأى تلف — اذا كان الوضع ممكن نأخذ بيانات ملفات التقويم فقط ويعاد لفها — أما اذا كان الوضع يتعذر فيه رفع ملفات التقويم فقط علينا رفع جميع ملفات التقويم والتشغيل وأخذ بيانات كل منها ويعاد لف المحرك على أساس هذه البيانات المأخوذة من المحرك .

اذا كانت ملفات التشغيل والتقويم سليمة وكان التلف فى الجلب أو رولمان بلى المحرك الآمر الذى يجعل المحرك لا يعمل بحالة جيدة علينا فى هذه الحالة رفع الجلب أو رولمان بلى المحرك وتركيب آخر جديد .

بعد اتمام أى عملية من العمليات السابقة ويراد تجميع المحرك لتشغيله يجب مراعاة فحص الملفات أولا للتأكد من سلامتها وكذا غسل واعادة تشحيم الرولمان بلى بحيث يكون الشحم من النوع الجيد ونظيف ثم يجمع المحرك ويختبر على التيار .

الحالة الثانية : وهى اذا كانت جميع بيانات المحرك مفقودة ولا يعرف أى شىء عن قدرة المحرك وقطر سلك من ملف التشغيل والتقويم وكذا عدد لفات ملف التشغيل وملف التقويم ويراد لف هذا المحرك فى مثل هذه الظروف نجد كثيرا من الأشخاص يأخذون بيانات محرك آخر يقرب من هذا المحرك فى الحجم والشكل ولكن هذا خطأ كبير ولا يعطى المحرك وضعه السليم من حيث اللف والقدرة .

لذا كان البحث والتجربة التى أمكن بواسطتها التغلب على هذا الوضع وعن طريق تنفيذ العمليات والحصول على البيانات الآتية يمكن الوصول الى ما يتعلق باعادة لف المحرك بدرجة كبيرة من الجودة .

التعرف على قدرة المحرك

فى بعض الحالات التى يوجد عليها المحرك يكون فارغا من الأسلاك وليس عليه لوحة بيانات تدلنا على ضغط وأمبير سرعة وقدرة هذا المحرك

ولكى يستفاد من هذا المحرك واعادة لفه نجد أنفسنا أمام أول بيان مطلوب معرفته وهو قدرة المحرك وعلى هذا يجب التعرف والحصول على الآتى :

١ — أوجد عدد مجارى ملفات التشغيل .

٢ — أوجد طول المجرى من حيث سمك مجموعة الرقائق فقط بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة .

٣ — أوجد عرض السنة الحديد الموجودة من أعلى بين مجرتين متجاورتين بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة التامة (شن ٦) .

٤ — تحديد سرعة المحرك التى سيعمل عليها .

٥ — استعمل (٩٠٠٠ الى ٩٥٠٠ خط) كفيض مغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة واحد حصان أما اذا زادت القدرة عن واحد كيلوات استعمل (٨٥٠٠ الى ٩٠٠٠) .

٦ — تحديد قيمة ضغط الينبوع الذى سيعمل عليه المحرك .

٧ — تعرف على قيمة تردد ضغط الينبوع .

٨ — استعمل الأرقام الآتية (٢ ، ٤ ، $١٠^{٦}$ ، ١٥٠٠) .

٩ — استعمل معامل قدرة من (٠٫٧٠ الى ٠٫٧٥) اذا تعذر معرفته .



من البيانات السابقة يمكن تنفيذ الآتى فى شكل قانون الحصول على قدرة المحرك .

$$(أ)\quad \frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى}}{٤ \times ٢} \quad \text{تربيع الناتج}$$

$$(ب)\quad \frac{\text{ناتج العملية السابقة} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{ضغط الينبوع} \times \text{سرعة المحرك}}{١٠^{٦} \times ١٥٠٠}$$

من العملية (ب) نحصل على القدرة بالوات .

مثـــال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى فيه عرض السنة ٩ر. سم وطول المجرى ٥ر٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة / دقيقة ويصل على ضغط ٢٢٠ فولت والمطلوب معرفة قيمة قدرته .

الحـــل

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى .

$$(أ) \quad \frac{١٦ \times ٩ر٠ \times ٥ر٨}{٤ \times ٢} \times \frac{١٦ \times ٩ر٠ \times ٥ر٨}{٤ \times ٢} = ٢٣٤$$

$$(ب) \text{ القدرة } = \frac{٢٣٤ \times ٩٥٠٠ \times ٢٢٠ \times ١٥٠٠}{١٠ \times ١٥٠٠٠} = ٥٠٠ \text{ وات}$$

معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل

بعد الحصول على قدرة المحرك فى المثال السابق يمكن على ضوء هذا البيان تحديد مساحة مقطع سلك ملفات التشغيل وعن طريق معرفة الآتى :

١ — تحديد مقدار قدرة المحرك بالوات .

٢ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .

٣ — كثافة التيار لكل $مم^٢$ ويمكن فى هذه الحالة استعمال (٥ أمبير) .

٤ — معامل القدرة واذا تعذر معرفته يمكن استعمال (٧٠ر. الى ٧٥ر.) .

فى المثال السابق تعرفنا على قدرة المحرك وهى ٥٠٠ وات على أساسها يمكن حساب مساحة مقطع السلك اللازم للف ملفـــات التشـــغيل فى هذا المحـــرك .

مساحة مقطع سلك التشغيل :

$$= \frac{\text{قدرة المحرك بالوات}}{\text{ضغط الينبوع } \times \text{ معامل القدرة } \times \text{ كثافة التيار}}$$

$$= \frac{٥٠٠}{٢٢٠ \times ٧٠ر٠ \times ٥} = ٦٥ر٠ \text{ مم}^٢$$

من الجدول الخاص بمساحة مقطع وقطر الاسلاك نجد أن ٠٫٦٥ مم^٢ كمساحة مقطع السلك يقابلها فى الجدول ٠٫٩ مم كقطر السلك وهو الخاص بملفات التشغيل وعلى ضوء معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل يمكن تحديد مساحة مقطع سلك التقويم فى نفس المحرك وحسب حالة المحرك من حيث اذا كان يعمل بدون مكثف أو اذا كان مزودا بمكثف .

١ ــ اذا كان المحرك يعمل بدون مكثف تكون مساحة مقطع سلك التقويم = $\frac{1}{4}$ مساحة سلك التشغيل .

٢ ــ اذا كان المحرك يعمل بمكثف تكون فساحة مقطع سلك التقويم = $\frac{2}{3}$ مساحة مقطع سلك التشغيل .

هذه نسب تقريبية من واقع بعض الفحوص لأنواع مختلفة من محركات الوجه الواحد وكذا بعض التجارب العملية عليها وهى تعطى نتيجة لا تقل جودتها عن ٩٠٪ من جودة المحرك .

معرفة عدد لفات ملف التشغيل

بعد التعرف على قيمة قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك اللازم لاعادة لفه يبقى معرفة عدد لفات كل من ملف التشغيل وملف التقويم ولحساب عدد لفات ملف التشغيل يجب معرفة الآتى :

١ ــ عدد مجارى ملفات التشغيل .

٢ ــ مقدار عرض السنة السابق معرفته .

٣ ــ طول المجرى السابق معرفته .

٤ ــ قيمة الفيض المغناطيسى وهو المستعمل فى معرفة القدرة مع مراعاة أن قيمة الفيض تقل مع زيادة القدرة .

٥ ــ قيمة ضغط الينبوع الخاص بالمحرك .

٦ ــ قيمة التردد للينبوع .

٧ ــ سرعة المحرك التى سيعمل بها .

٨ ــ الأرقام الثابتة (٤ ، ٠٫٩٧ ، ٤٫٤٤ ، ١٥٠٠ ، ١٠^٨) .

تركيب القانون

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{\text{٠ر٩٧} \times \text{ضغط الينبوع} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{التردد} \times \text{٤ر٤٤} \times \text{الفيض الكلى} \times \text{سرعة المحرك}}$$

مثـــال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى يعمل على ٢٢٠ فولت بتردد ٥٠ ذبذبة فيه عرض بسنة الحديدة ٠ر٩ سم وطول المجـرى ٨ر٥ سم وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفـة عـدد لفاتملف التشغيل .

الحـــل

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × ٢/٣ = ١٦ مجرى

عدد ملفات التشغيل = ٢٦ ÷ ٢ = ٨ ملف

قيمة الفيض الكلى =

$$\frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى} \times \text{قيمة فيس السنتيمتر المربع}}{\text{٤}}$$

= (١٦ × ٠ر٩ × ٨ر٥ × ٩٥٠٠) ÷ ٤ = ٢٧٥٤٠٠ خط

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{\text{٠ر٩٧} \times \text{٢٢٠} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{٤ر٤٤} \times \text{٥٠} \times \text{٢٧٥٤٠٠} \times \text{١٤٥٠}} = \text{٣٥٠ لفة}$$

∴ عدد لفات الملف الواحد تشغيل ٣٥٠ ÷ ٨ = ٤٤ لفة

وعلى ضوء معرفة عدد لفا تملف التشغيل يمكن تحديد لفـات ملف التقويم وهى = ضعف ملف التشغيل أما مساحة المقطع من البيانات السابقة .

محركات الثلاثة أوجه

قبل ان نتكلم عن طرق تقسيم ولف محركات الثلاثة اوجه يجب علينـــا التعرف على بعض البيانات والمواصفات الخاصة بهذا النوع من المحركات .

يجب علينا أولا أن نعرف ما تعنيه سرعة المجال الدوار للتيار المتردد حيث يمكن حساب سرعة هذا المجال فى أى محرك بمعرفة قيمة تردد جهـــد الينبوع وعدد ازواج الأقطاب فى المحرك .

فاذا فرضنا ان (ف) قيمة التردد للينبوع .

وان (ق) هى عدد ازواج الأقطاب .

وان (ن) هى عدد الدورات فى الدقيقة (السرعة) .

$$\therefore \text{تكون السرعة} = \frac{٦٠ \times \text{ف}}{\text{ق}}$$

ويتم توليد عزم الدوران للمحرك عند توصيل ملفات العضـــو الثابت بالينبوع حيث يتولد بالحث فى العضو الدوار جهد له قيمة معينة تؤدى الى وجود مجال مغناطيسى بالعضو الدوار — ويتولد عزم الدوران المطلوب نتيجة تفاعل المجال المغناطيسى الموجود فى العضو الثابت مع المجال المغناطيسى المتولد بالحث فى العضو الدوار .

وكلما زادت سرعة العضو الدوار يقل معها الجهد المتولد فيـــه حتى يصل هذا الجهد الى الصفر ولا تحدث هذه الحالة الا اذا دار بسرعة مساوية تماما لسرعة المجال الدوار فى العضو الثابت وتسمى سرعة المحرك فى هذه الحالة الأخيرة بالسرعة المتزامنة ، غير أن سرعة العضو الدوار لا يمكن أن تصل الى هذه السرعة ويقال فى هذه الحالة أن العضو الدوار يدور بسرعة لاتزامنية ، كما تتراوح قيمة الانزلاق وهو قيمـــة النقص فى سرعة دوران العضو الدوار عن سرعة المجال ما بين (٢٪ ، ٦٪) من سرعة المجـــال الدوار .

تركيب المحرك

يتكون محرك الثلاثة أوجه الاستنتاجى من جزئين أساسيين هما :

١ ــ العضو الثابت وهو عبارة عن مجموعة رقائق من الصاج بها عدد من المجارى على المحيط الداخلى تشبه مجارى عضو الاستنتاج يوضع بها ملفات المحرك .

٢ ــ العضو الدائر وهو من نوع قفص السنجاب وهو يشبه تماما العضو الدائر فى محركات الوجه الواحد .

يغذى هذا المحرك بتيار متغير ثلاثة أوجه لذا نجد فيه ثلاثة دوائر كهربية كل دائرة تخص وجه من الأوجه الثلاثة وهذه الدوائر الثلاث تعتبر دوائر تشغيل وهى متساوية بينها وبين بعضها فى عدد المجارى ومساحة مقطع السلك المستعمل فى لف ملفاتها وعدد لفات كل ملف .

توزع ملفات كل وجه بالتساوى على مجارى العضو الثابت حسب عدد أقطاب المحرك بحيث يكون بين بداية كل وجه وبداية الوجه الآخر زاوية مقدارها ١٢٠ درجة وتسمى بزاوية الوجه كما توجد زاوية أخرى تسمى زاوية القطب مقدارها ١٨٠ درجة وكل من الزاويتين تستعمل فى تحديد عدد المجارى التى تبعد فيها كل بداية وجه عن الأخرى .

توصل ملفات كل دائرة وجه مع بعضها بالتوالى بحيث يتبقى فى النهاية طرفين لكل دائرة تسمى بالأحرف الآتية :

الوجه الأول بدايته (U) ونهايته (X) .

الوجه الثانى بدايته (V) ونهايته (Y) .

الوجه الثالث بدايته (W) ونهايته (Z) .

وتخرج هذه الأطراف البدايات والنهايات خارج المحرك ولها توصيل خاص مع بعضها عند تغذية المحرك بالتيار حسب قيمة ضغط التغذية وحسابات ملفات الأوجه الثلاثة وهذا التوصيل بين أطراف ملفات المحرك أما يسمى التوصيل بطريقة النجمة أو التوصيل بطريقة الدلتا وسوف نشرح كل طريقة .

توصيل النجمة والدلتا

توصل أطراف ملفات المحرك الستة بطريقة النجمة كالآتى :

١ ــ وصل طرف نهاية كل وجه (X, Y Z) مع بعضها .

٢ ــ وصل طرف بداية كل وجه (.U. V. W) مع طرف من أطراف الينبوع الثلاثــة (.R. S. T) .

هذا ويمكن تنفيذ العكس أى نوصل البدايات مع بعضها والناهيات مع أطراف الينبوع كما هو موضح فى الرسم .

توصيل أطراف ملفات المحرك الستة بطريقة الدلتا كالآتى :

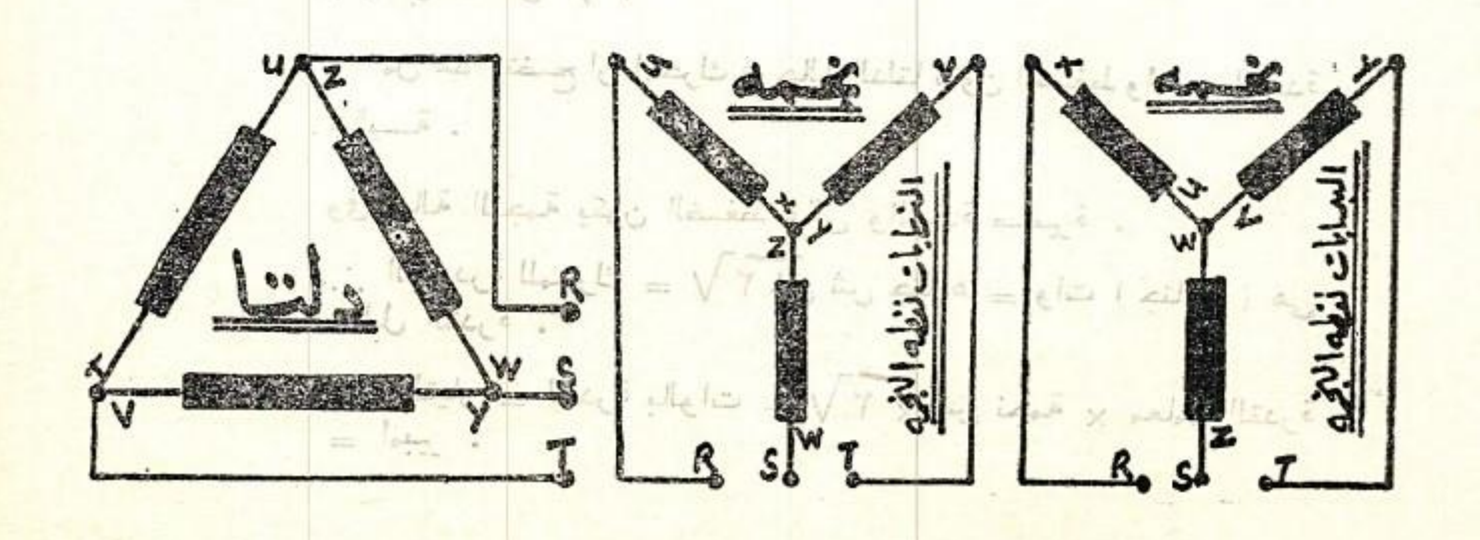
١ ــ وصل نهاية الوجه الأول (X) مع بداية الوجه الثانى (V)

٢ ــ وصل نهاية الوجه الثانى (Y) مع بداية الوجه الثالث (W)

٣ ــ وصل نهايةالوجه الثالث (Z) مع بداية الوجه الأول (U)

٤ ــ وصل أطراف الينبوع الثلاثــة مــع رؤوس الدلتــا التى تكونت من التوصيلات السابقة كما هو موضح فى الرسم .

هناك توصيلة دلتا آخر تسمى الدلتا المعكوسة يوصل فيها نهاية الأول (X) مع بداية الثالث (W) ونهاية الثالث (Z) مع بداية الثانى (V) ونهاية الثانى (Y) مع بداية الأول (U) .



استعمال توصيلة النجمة والدلتا

نبدأ أولا بالتعريف الآتى :

١ — بالنسبة لضغط ينابيع الثلاثى أوجه نجد هناك ضغوط صغيرة وضغوط عالية مثل ١١٠ فولت ثلاثة أوجه يقابله فى العالى ٢٠٠ فولت ثلاثة أوجه ونجد ٢٢٠ فولت ثلاثة أوجه ضغط واطى يقابله ٣٨٠ فولت ضغط عالى .

٢ — عند عمل حسابات ملفات المحرك من حيث عدد لفات الملف ومساحة مقطع السلك يدخل فى هذه الحسابات قيمة كل من الضغط الواطى والعالى عند توصيل المحرك بحيث تكون توصيلة الدلتا للضغط الواطى والنجمة للعالى .

عندما يقال أن هذا المحرك ٢٢٠ / ٣٨٠ فولت ثلاثة أوجه يقصد بذلك أن المحرك عند توصيله على الينبوع التأكد من قيمة الضغط ثم توصل اطراف ملفاته الستة حسب قيمة هذا الضغط اى اما دلتا واما نجمة .

٣ — فى حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالآتى :

ض = ض١

أما تيار الخط (ش) فهو محصلة تيارى دائرتين اى وجهين .

∴ ش = ش١ $\sqrt{3}$

٤ — فى حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالآتى :

ش = ش١

أما ضغط الخط (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

∴ ض = ض١ $\sqrt{3}$

من هذا يتضح أن المحرك فى حالة الدلتا يكون الضغط واطى والشدة عاليــة .

وفى حالة النجمة يكون الضغط عالى والشدة صغيرة .

∴ القــدرة للمحرك = $\sqrt{3}$ ض ش جتا هـ = وات (جتا هـ) هى معامل القدرة .

شدة التيار = القدرة بالوات ÷ $\sqrt{3}$ × ض نجمة × معامل القدرة = أمبير .

الدرجات الكهربية والزاوية القطبية

ان موجة التيار المتغير تتم عندما يقطع الموصل (٣٦٠ درجة كهربية) مارا أمام قطبين وبذلك يكون القطب الواحد له (١٨٠ درجة كهربية) .

على هذا نجد اذا احتوت الآلة على قطبين فقط نرى أن الدرجات الكهربية تساوى الدرجات الميكانيكية للدائرة وهى (٣٦٠ درجة ميكانيكية) ولكن اذا احتوت الآلة على أربعة أقطاب مثلا تكون الدرجات الكهربية ضعف الدرجات الميكانيكية .

∴ قيمة الدرجات الكهربية = الدرجات الكهربية للدائرة (٣٦٠ درجة) فى عدد ازواج الأقطاب .

مثـــال

آلة ذات ٦ اقطاب والمطلوب معرفة مقدار الدرجات الكهربية القطب .

الحـــل

عدد أزواج الأقطاب = ٦ ÷ ٢ = ٣ أزواج .

الدرجات الكهربية الكلية = ٣ × ٣٦٠ = ١٠٨٠ درجة

∴ درجات القطب الواحد = الدرجات الكلية ÷ عدد الاقطاب

= ١٠٨٠ ÷ ٦ = ١٨٠ درجة

ولمـا كانت زاوية الوجه = ١٢٠ درجـة

∴ من درجة القطب ودرجة الوجه يمكن تحديد بعد بدايات الأوجه الثلاثة فاذا كان المحرك يحتوى على ٣٦ مجرى ٦ اقطاب .

∴ عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى

∴ قيمة المجرى الواحدة بالدرجات = ١٨٠ زاوية القطب ÷ ٦ عدد مجارى القطب = ٣٠ درجة

∴ بعد بدايات الأوجه الثلاثة = ١٢٠ زاوية الوجه ÷ ٣٠ زاوية المجرى = ٤ مجرى مع مراعاة أن المجرى التى بها بداية الوجه لا تحسب فى عدد مجارى بعد البدايات . كما يمـكن استعمال بعد البدايات على أســاس قسمة عدد مجـارى المحرك عـلى ثلاثة باعتبار العضـو الثابت دائرة ميكانيكية .

السرعة فى محركات التيار المتغير

تتوقف السرعة فى المحرك الذى يعمل على التيار المتغير على عدة عوامل أهمها :

١ — عدد الأقطاب التى يتكون منها المحرك ونلاحظ انه اذا زاد عدد الأقطاب نقصت السرعة واذا نقص عدد الأقطاب زادت السرعة .

٢ — قيمة تردد الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .

٣ — قيمة الفيض المغناطيسى لحديد كل من رقائق العضو الثابت والدائر .

عدد الأقطاب وقيمة سرعتها

١ — فى حالة القطبين من ٢٨٠٠ الى ٣٠٠٠ لفة/دقيقة .
٢ — فى حالة اربعة قطب من ١٤٠٠ الى ١٥٠٠ لفة/دقيقة .
٣ — فى حالة ستة قطب من ٩٠٠ الى ١٠٠٠ لفة/دقيقة .
٤ — فى حالة ثمانية قطب من ٧٠٠ الى ٧٥٠ لفة/دقيقة .
٥ — فى حالة عشرة قطب من ٥٥٠ الى ٦٠٠ لفة/دقيقة .
٦ — فى حالة أثنىعشرقطب من ٤٥٠ الى ٥٠٠ لفة/دقيقة .

تغيير قيمة سرعة المحرك

اذا كان المحرك يدور بسرعة معينة ويراد اعادة لفه مع تغيير هذه السرعة الى أكبر أو أصغر فانه لا يكتفى بتغيير عدد الأقطاب بل يجب أيضا مع تغيير عدد الأقطاب حساب عدد لفات الملفات وكذا مساحة مقطع السلك على أساس السرعة الجديدة كالآتى :

$$\text{عدد لفات الملف فى السرعة الجديدة} = \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}} \times \text{عدد لفات الملف القديم}$$

$$\text{مساحة مقطع السلك فى السرعة الجديدة} = \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}} \times \text{مساحة مقطع السلك القديم}$$

نوعيات اللف والخطوة وقيمة الخطوة

عند لف محرك الثلاثة أوجه يجب تحديد كل من نوعية اللف ونوعية الخطوة ومقدار الخطوة .

نوعيــة اللف

١ — يلف المحرك على أساس جانب واحد للملف فى المجرى وبعدد لفاته الكلية .

٢ — يلف المحرك على أساس جانبين للفين فى المجرى كل منهما بنصف عدد لفاته الكلية .

نوعيــة الخطــوة

١ — يلف المحرك على أساس خطوة ثابتة عادية وفيها تسقط جميع ملفات مجارى الوجه تحت القطب .

٢ — يلف المحرك على أساس خطوة متداخلة عادية وفيها تحول الثابتة الى اكثر من خطوة وتسقط فيها جميع ملفات مجارى الوجه تحت القطب على أن يكون متوسط هذه الخطوات يساوى قيمة الثابتة .

٣ — يلف المحرك على أساس خطوة ثابتة ذات الجناحين وفيها يسقط نصف ملفات مجارى الوجه تحت القطب فى اتجاه والنصف الثانى فى اتجاه آخر كما هو موضح فى رسم الانفرادات .

٤ — يلف المحرك على أساس خطوة متداخلة ذات الجناحين ويتبع فيها ماتبع فى الثابتة .

قيمــة الخطــوة

١ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب زائد مجرى (قطبية + ١) .

٢ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب فقط (قطبية فقط) .

٣ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب ناقص مجرى (قطبية — ١) .

٤ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب ناقص مجرتين (قطبية — ٢) .

الارتباط بين نوعية اللف والخطوة وقيمة الخطوة

يمكن أن نقسم المحركات الى قسمين من حيث عدد الأقطاب .

(أ) محركات تلف على أساس قطبين .

(ب) محركات تلف على أساس أكثر من قطبين .

وذلك لأن محركات القطبين لها وضع خاص بالنسـبة لنوعية اللف والخطوة وقيمة الخطوة .

محركات ذات قطبين

في حالة جانبين في المجرى :—

يمكن تنفيذ اللف على أساس خطوة ثابتة أو متداخلة عادية وهى التى يتم فيها اسقاط ملفات عدد مجارى الوجه تحت القطب كمجموعة واحدة على أن تكون قيمة الخطوة (قطبية + ١) .

فى حالة جانب واحد فى المجرى :—

يختار فى هذه الحالة الأفضل وهو الثابتة أو المتداخلة ذات الجناحين وهى التى يتم فيها تقسيم عدد مجارى الوجه تحت القطب الى مجموعتين على أن تكون قيمة الخطوة كالآتى :

نجد أن عدد مجارى المحرك الكلية تدخل فى تحديد قيمـة الخطوة فى حالة الجناحين حيث نجد مثلا أن المحرك ١٨ مجرى تكون قيمة الخطـوة (قطبية فقط) أما المحرك ٢٤ مجرى تكون قيمة الخطوة (قطبية — ١) ويمكن بطريقة أخرى تكون (قطبية — ٢) وفى المحرك ٣٦ مجرى تكون قيمة الخطوة (قطبية — ٢) رغم أن هذه المحركات مقسمة قطبين .

أسـاس تنفيذ الجنـاحين

اذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب زوجى العدد يمكن تنفيذ اللف جناحين ثابتة أو متداخلة (قطبية فقط) .

أما اذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب فردى العدد يمكن تنفيذ اللف جناحين متداخلة بمتوسط يساوى (قطبيـة فقط) أما الثابتة فى هذه الحالة لا تنفذ الا على أساس (قطبية + ١) .

من هذا الشرح يمكن القول أن محركات القطبين يمكن أن ينفـذ فيها جميع نوعيات اللف والخطوة وقيمة الخطوة .

حساب الخطوة المتداخلة يبنى على أساس قيمة خطوة الملف الأصغر ثم الأكبر فالأكبر كالآتى :

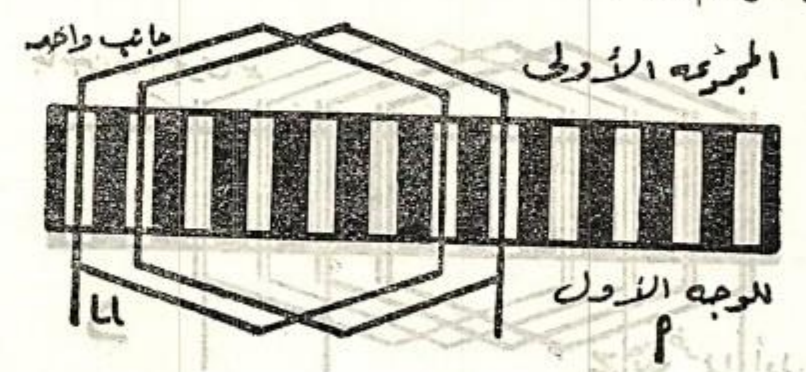
خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢) + ٢

خطوة الملف الثانى = (خطوة الأصغر + ٢)

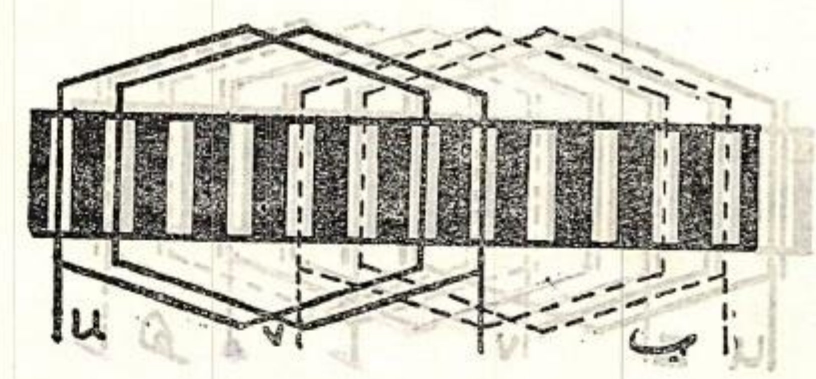
أما المحركات اكثر من قطبين تلف عـلى أساس (قطبيـة + ١) أو (قطبية فقط) ثابتة أو متداخلة .

اسقاط الملفات

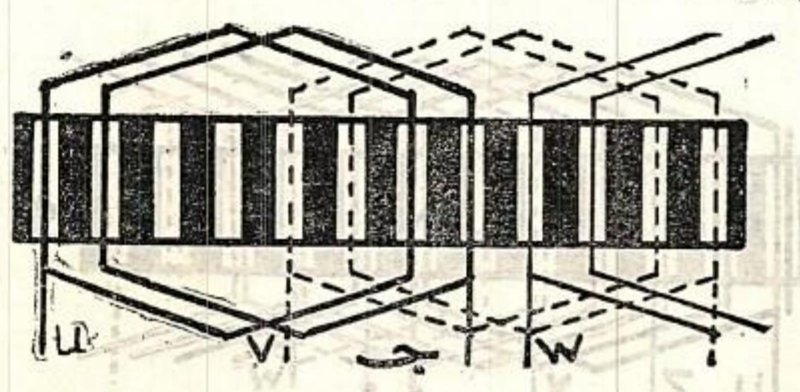
اذا كان نوع اللف جانب واحد فى المجرى ونوع الخطوة ثابتة أو متداخلة علينا أولا باسقاط ملفات المجموعة الأولى للوجه الأول كما هو موضح فى الرسم (أ) .



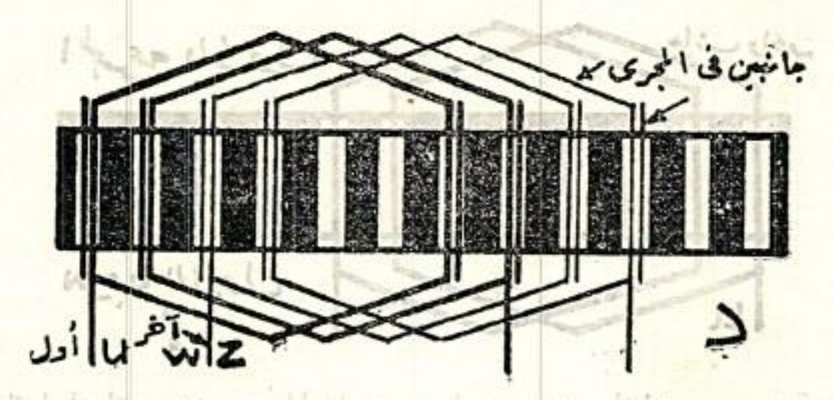
ثانيا أترك عدد من المجارى يساوى عدد ملفات مجموعة وجه خالية ثم اسقط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثانى كما هو موضح فى الرسم (ب) .



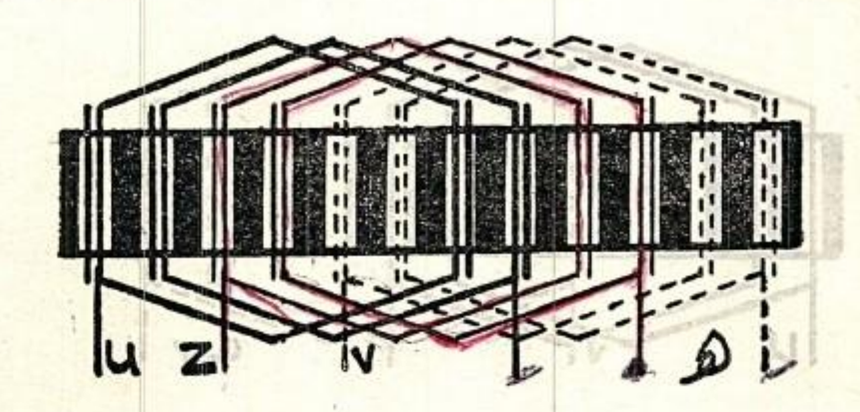
ثالثا اترك المجارى التى بها نهاية ملفات المجموعة الأولى للوجه الأول ثم اسقط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثالث كما هو موضح فى الرسم (جـ) .



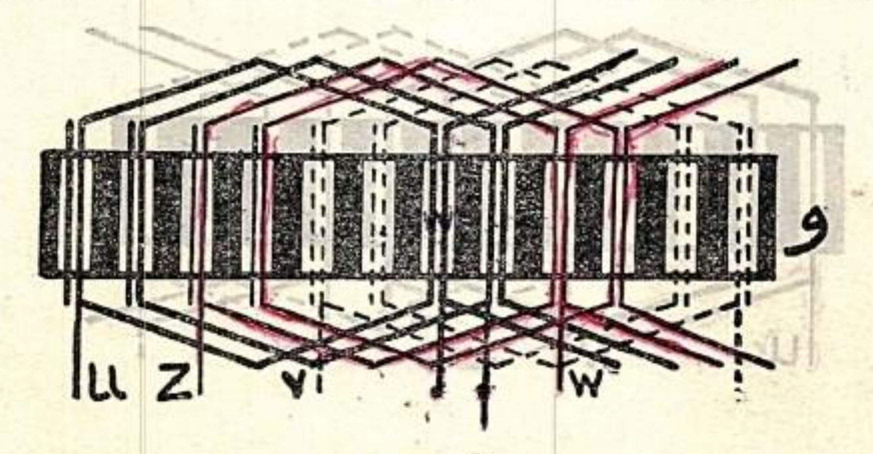
اذا كان نوع اللف جانبين فى المجرى سواء كان نوع الخطوة ثابتة أو متداخلة علينا أولا اسقاط ملفات مجموعة الوجه الأول يليها مباشرة ملفات المجموعة الأخيرة للوجه الثالث دون ترك أى مجارى خالية كما هو موضح فى الرسم (د) .



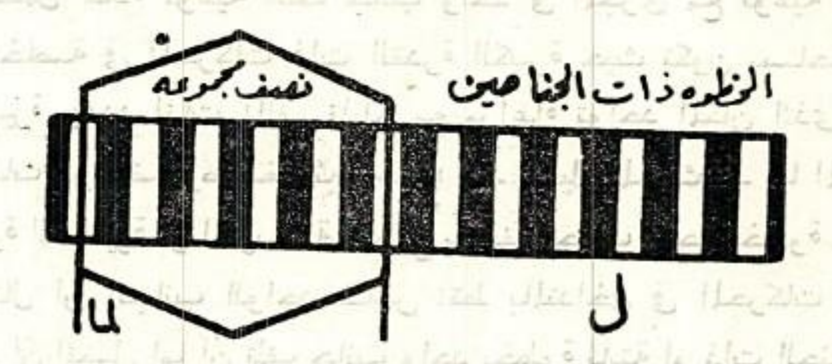
ثانيا اسقاط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثانى مباشرة عقب أول الأول والمجموعة الأخيرة للوجه الثالث كما هو موضح فى الرسم (هـ) .



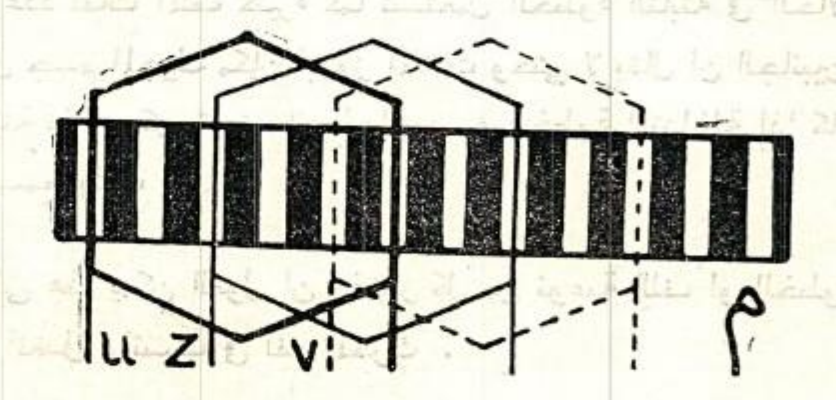
ثالثا بعد اسقاط أول الأول ثم آخر الثالث ثم أول الثانى نبدأ فى اسقاط الجانب الثانى وهو المجموعة الثانية للوجه الأول يليها المجموعة الأولى للوجه الثالث ونستمر حتى ينتهى اسقاط جميع الملفات كما هو موضح فى الرسم (و) .



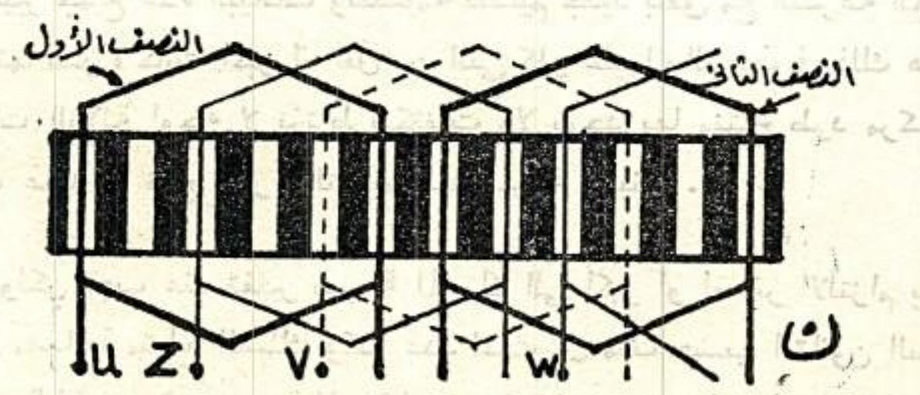
اذا أردنا اسقاط الملفات بطريقة الخطوة ذات الجناحين نجد ان هـذه الطريقة لا تنفذ الا بنوعية اللف الجانب الواحد فى المجرى وعلينا أولا اذا كان عدد ملفات المجموعة للوجه تحت القطب مثلا ملفين أن نبدأ باسقاط ملفات نصف المجموعة وهو مثلا ملف واحد كما هو موضح فى الرسم (ل) .



ثانيا : اترك عدد من المجارى يساوى نصف عدد ملفات المجموعة اترك هذه المجارى خالية ثم اسقط بعد ذلك نصف مجموعـة الوجـه الثالث ثم نصف الوجه الثانى كما هو موضح فى الرسم (م) .



ثالثا : بعد ذلك نبدأ فى اسقاط ملفات النصف الثانى للمجموعة الأولى للوجه الأول ثم نصف المجموعة الأولى للوجه الثالث وهكذا يستمر الاسقاط حتى ينتهى اللف للأوجه الثلاثة نصف يمين ونصف يسار كما هو موضـح فى الرسم (ن) .



استعمال نوعية اللف والخطوة

تستعمل عادة نوعية اللف جانب واحد فى المجرى مع نوعية الخطوة المتداخلة خاصة فى المحركات ذات القدرة الكبيرة حيث تكون مساحة مقطع السلك كبيرة وعدد لفات الملف قليلة مع مراعاة تواجد المكان الذى يسمح ببروز الملفات دون ضغوط الغطائين عليها عند تقفيل المحرك — اما المحركات ذات القدرة الصغيرة أو المتوسطة لا مانع من لفها جانب واحد بخطوة متداخلة حتى لا يقال أن الجانب الواحد خاص فقط بالمتداخل فى المحركات الكبيرة ولكن وجد أن افضل اما أن تلف جانب واحد بخطوة ثابتة أو ذات الجناحين .

تستعمل عادة نوعية اللف جانبين فى المجرى مع نوعية الخطوة ثابتة خاصة فى المحركات ذات القدرة الصغيرة حيث تكون مساحة مقطع السلك صغيرة وعدد لفات الملف كثيرة كما تستعمل الخطوة الثابتة فى الحالات التى لا يوجد فى جسم المحرك مكان لبروز الملفات وحتى لا يقال أن الجانبين خاصة فقط بالثابتة فانه يمكن استعمال الجانبين مع الخطوة المتداخلة اذا كان جسم المحرك يسمح بذلك .

وعلى هذا يمكن القول ان اختيار كل من نوعية اللف أو الخطوة يرجع الى ايهما أفضل وأنسب فى لف المحرك .

فى محركات الثلاثة أوجه يمكن اعـــادة لفه حسب التقســيم الخاص ببياناته التى كان عليها من حيث السرعة ومساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف وكذا نوعية اللف والخطوة ومقدار الخطوة — كما يمكن عند اعادة لفة تغيير جميع هذه البيانات وتقسيمة تقسيم جديد يتفق مع السرعة الجديدة وقطبيتها سواء كانت اكبر أو أقل من التى كان عليها والسبب فى ذلك هو ان محركات الثلاثة أوجه لا ترتبط بمكثفات ولا يوجد بها مفتاح طرد مركــزى متوقف عمله فى فتح دائرة التقويم عند سرعة معينة .

ولكن يجب عند تغيير سرعة المحرك الى اكبر أو أصغر الالتزام بتغيير كل من مساحة مقطع السلك وكذا عدد لفات كل ملف حسب القانون السابق شرحه والخاص بتغير سرعة المحركات سواء كانت وجه واحد او ثلاثة أوجه .

خطوات تقسيم المحرك

عند لف اى محرك يجب استعمال خطوات التقسيم للتعرف على بيانات اللف .

١ — معرفة او تحديد سرعة المحرك ومنها تحدد عدد أقطاب المحرك .

٢ — معرفة عدد المجارى الكلية الخاصة بالمحرك .

٣ — ايجاد عدد مجارى كل قطب = عدد مجارى المحرك ÷ عدد الأقطاب = مجرى .

٤ — حساب عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = عدد مجارى القطب ÷ عدد الأوجه = مجرى .

٥ — تحديد نوعية اما جانب او جانبين فى المجرى .

٦ — تحديد نوعية الخطوة اما ثابتة أو متداخلة (عادية) أو (ذات الجناحين) .

٧ — حساب مقدار خطوة اللف على أساس نوعية الخطوة .

٨ — حساب قيمة المجرى بالدرجات = زاوية القطب ١٨٠° ÷ عدد مجارى القطب = درجة .

٩ — حساب بعد بدايات الأوجه الثلاثة = زاوية الوجه° ÷ زاوية المجرى = مجرى .

هذا ويمكن حساب بعد البدايات للأوجه الثلاثة على أساس ⅔ مجارى القطب أو قسمه عدد مجارى المحرك ÷ ٣ لتوازن بعد البدايات .

مثـــال

محرك ثلاثة أوجه العضو الثابت ١٢ مجرى وسرعته ٢٨٥٠ لفة/دقيقة

التقسيم

١ — سرعة المحرك= ٢٨٥٠ لفة = ٢ قطب

٢ — عدد مجارى المحرك الكلية = ١٢ مجرى .

٣ — عدد مجارى كل قطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى .

٤ — عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى .

ثم تحدد نوعية اللف ونوعية الخطوة ومقدار الخطوة حسب الشرح السابق .

٥ — قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠ درجة .

٦ — بعد بدايات الأوجه الثلاثة = ١٢٠° ÷ ٣٠° = ٤ مجرى .

أو حسابها على أساس ⅔ مجارى القطب = ٦ × ⅔ = ٤ مجرى .

أو على أساس مجارى المحرك ÷ ٣ = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

كيف تحدد أطراف التوصيل الخارجة
من محرك ثلاثة أوجه

كثيرا ولظروف ما تمر بالمحرك تنعدم فيها معالم أطراف التوصيل للدوائر الثلاثة بالمحرك ويصعب مع هذا تحديد رموز الأطراف الستة الخارجة من المحرك لتوصيلها اما نجمة أو دلتا — لهذا السبب ومن الأدوات والأجهزة والعمليات الآتية يمكن التعرف على أطراف كل وجه من الأوجه الثلاثة وتحديد رموزها .

الأدوات والأجهزة المستعملة

١ — مصباح اختبار مناسب مع التأكد من صلاحيته .

٢ — محول كهربى ٢٢٠ فولت يعطى ١١٠ فولت ثانوى فى حدود قدرة (٥٠٠ وات) .

٣ — جهاز فولت تيار متغير يقرأ من صفر الى ٢٢٠ فولت بتدريج سهل القراءة .

العمليات المنفذة

١ — بواسطة مصباح الاختبار يمكن تحديد طرفى كل دائرة من دوائر المحرك الثلاثة — ثم رقم الدائرة الأولى وهى أى دائرة تختارها برقم (١ — ١ َ) والدائرة الثانية وهى أيضا يمكن اختيارها برقم (٢ — ٢ َ) والدائرة الثالثة وهى الباقية برقم (٣ — ٣ َ) كما هو مبين بالرسم .

٢ — وصل طرفى الدائرة الأولى (١ — ١ َ) بطرفى خرج المحول وهو الثانوى ١١٠ فولت دون أن توصل المحول على الينبوع حسب الرسم .

٣ — صل طرفى الدائرة الثانية والثالثة رقم (٢ ، ٣) بالتوالى مع بعضهما ثم وصل الطرفين رقم (٢ َ ، ٣ َ) بطرف جهاز الفولت حسب الرسم .

٤ — بعد تنفيذ هذه العمليات وصل طرفى التغذية للمحول .

٥ ــ اذا قرأ جهاز الفولت عند توصيل المحول على التيار يكون هذا الوضع غير مطلوب وعلى هذا بدل رقم (٢ ، ٣) بحيث يوصل رقم (٣) مع (٢َ) ثم وصل رقم (٢) مع جهاز الفولت بدلا من رقم (٢َ) بعد هذا التبديل فى توصيل الأطراف مع التأكد من سلامة جميع التوصيلات يجب عند توصيل المحول على التيار أن لا يقرأ جهاز الفولت وهو الوضــع المطلوب والرسم يوضح هذه العملية .

٦ ــ بعد تنفيذ العملية السابقة والتأكد منها ومن عدم قراءة جهاز الفولت افصل التيار عن المحول ثم اعطى طرف الدائرة الثانية والمتصل بجهاز الفولت حرف B والطرف الآخر لنفس الدائرة وهو المتصل مع طــرف الدائرة الثالثة حرف B´ ثم أعطى طرف الدائرة الثالثة والمتصل بجهاز الفولت حرف C والطرف الآخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف C´ كما هو بالرسم .

٧ ــ بعد اعطاء الرموز السابقة للأطراف افصل طرفى الدائرة الثالثة وهى C-C´ من طرفى الدائرة الثانية وجهاز الفولت ثم وصل طرفى الدائرة الثالثة بطرفى خرج المحول ١١٠ فولت بدلا من طرفى الدائرة الاولى ــ وصل طرفى الدائرة الأولى مع الدائرة الثانية وجهاز الفولت أى مــكان طرفى الدائرة الثالثة مع ثبات طرفى الثانية فى مكانهما .

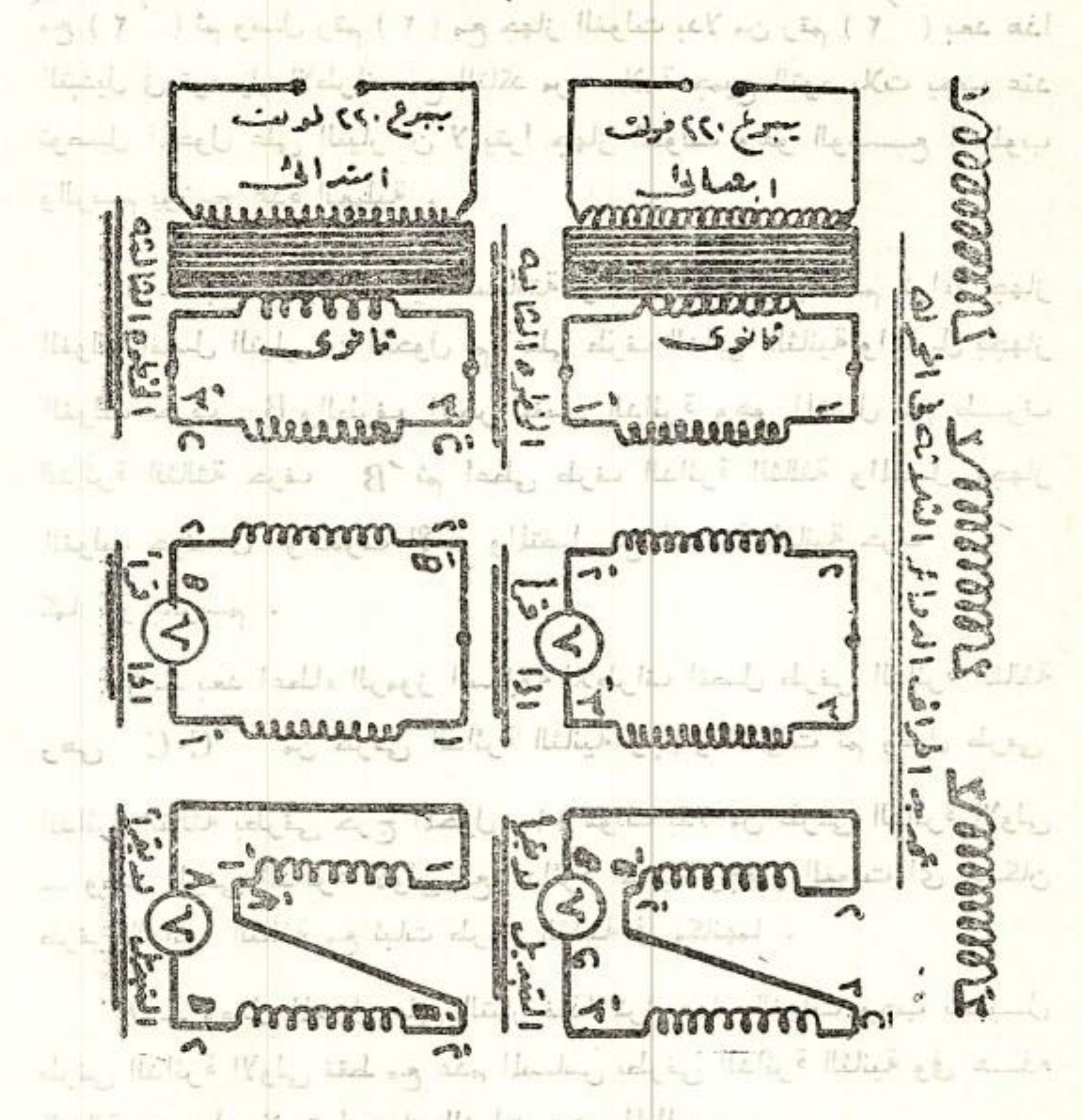
٨ ــ وصل المحول على التيار فاذا قرأ جهاز الفولت وجب تعديــل طرفى الدائرة الأولى فقط مع عدم المساس بطرفى الدائرة الثانية وفى هــذه الحالة يجب أن لا يقرأ جهاز الفولت وهو المطلوب .

٩ ــ بعد تنفيذ العملية رقم ٨ السابقة وبعد التأكد من عــدم قــراءة جهاز الفولت أعطى طرف الدائرة الأولى والمتصل مع جهاز الفولت حرف A والطرف الآخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف A´ .

بهذا يكون عن طريق تنفيذ العمليات السابقة بكل دقــة والموضحــ بالرسومات لكل خطوة يمكننا تحديد طرفى كل وجه من الأوجــه الثلاثة فى المحرك واعطاء الرموز لها التى تسهل عملية توصيل المحرك بطريقة النجم أو دلتــا .

عمليات تحديد أطراف المحرك

ثلاثـــة أوجـــه



الحرف A هو U والحرف A´ هو X

الحرف B هو V والحرف B´ هو Y

الحرف C هو W والحرف C´ هو Z

ملاحظات وارشادات هامة
فى لف المحركات

عند تقسيم المحرك للفه نجد أن كل وجه له عـــدد من المجموعات والمجموعة هى عبارة عن عدد ملفات مجارى الوجه تحت كل قطب ويختلف عدد هذه المجموعات فى اللف اذا كان نوعه جانب واحد عن عددها اذا كان اللف جانبين فى المجرى حيث نجد الآتى :

١ — اذا كان اللف جانب واحد فى المجرى يكون عـــدد مجموعات كل وجه يساوى نصف عدد اقطاب المحرك أى اذا كان المحرك أربعـــة اقطاب كان عدد مجموعات الوجه اثنين وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مع بعضها على أساس نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية على أن يستمر هذا التوصيل نهاية مع بداية حسب عدد المجموعات بحيث يتبقى فى النهاية بداية المجموعة الأولى كبداية وجه ونهاية المجموعة الأخيرة كنهاية وجـــه .

٢ — اذا كان اللف جانبين فى المجرك يكون عدد مجموعات كل وجـــه يساوى عدد أقطاب المحرك وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مـــع بعضها على أساس نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا حتى يتبقى لنا بداية المجموعة الأولى بدايـــة وجه وبداية المجموعة الأخيرة نهاية وجه .

٣ — يراعى تحديد بداية المجموعة الأولى لكل وجه على أساس حساب بعد البدايات بين الأوجه الثلاثة .

٤ — عندما نستعمل قيمة الخطوة قطبية فقط جانب واحد فى المجرى يكون نوع الخطوة ذات الجناحين وهنا تضاعف عدد المجموعات وتساوى عدد الأقطاب مع أن اللف جانب واحد وعلى هذا يكون توصيل المجموعات نهاية مع نهاية وبداية مع بداية كما يحدث هذا الوضع فى المحركات ذات القطبين وسبب التضاعف هو قسمة المجموعة .

محركات الثلاث أوجه الشاذة

تعريف المحرك :

هو المحرك ذو التوزيع الخاص لملفات الأوجه الثلاثة حيث الآتى :

١ — فى المحرك العادى نجد أن جميع مجموعات الأوجه متساوية فى عدد المجارى ولكن فى المحرك الشاذ نجد مجموعات الوجه بعضها متساوى والبعض غير متساوى فى عدد المجارى .

٢ — فى المحرك العادى نجد جميع الملفات سواء فى الخطوة الثابتة أو المتداخلة بمقدار واحد ولكن فى المحرك الشاذ نجد فى بعض الحالات المقدار للخطوة واحد وفى البعض الآخر نجد أكثر من خطوة .

معنى هذا أن المحرك الواحد نجد فيه ملفات بمقدار خطوة وملفات بمقدار آخر فى نفس المحرك .

الأســــباب :

أولا — فى بعض المحركات نجد أن عدد المجارى الكلية فردى العدد مثل (٩ ، ٢٧ ، ٤٥) هذا النوع من المحركات عند لفه بأى عدد من الأقطاب يعتبر شاذ والسبب هو تواجد كسر من المجرى فى كل من عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب مثلا محرك ٢٧ مجرى ٤ أقطاب نجد أن عدد مجارى القطب ٢٧ ÷ ٤ = ٦$\frac{٣}{٤}$ مجرى وعدد مجارى الوجه تحت القطب ٦٫٧٥ = ٣ = ٢$\frac{١}{٤}$ مجرى .

ثانيا — بعض المحركات نجد أن عدد المجـارى الكلية زوجى العدد ولكن عند لفه بقطبية معينة نجده يعتبر شاذ مثلا محرك ١٨ مجرى زوجى العدد ولكن عند تقسيمه ٤ أقطاب نجد أن عدد مجارى القطب ١٨ ÷ ٤ = ٤٫٥ مجرى وعدد مجارى الوجه تحت القطب ٤٫٥ ÷ ٣ = ١٫٥ مجرى .

ثالثا — هناك محركات عدد المجارى زوجى وتعتبر شاذة عند لفها بقطبية معينة ولكن نجد أن عدد مجارى القطب ليس به كسر ولكن عند حساب عدد مجارى الوجه تحت القطب يحدث تواجد الكسر مثلا محرك ٢٤ مجرى ٦ أقطاب عدد مجارى القطب ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى ولكن عدد مجارى الوجه تحت القطب ٤ ÷ ٣ = ١$\frac{١}{٣}$ مجرى .

من هذا الشرح نجد أن تواجد الكسر دائم فى عدد مجارى الوجه تحت القطب ولعلاج هذا الكسر سمى المحرك بالشاذ حيث يحتاج الى معالجة لهذا الكسر بالتوزيع الخاص للملفات كما سبق فى تعريف المحرك .

من الشرح السابق نقول أن الكسر الذى يتواجد فى عدد مجارى القطب لا يهم ولكن الذى يهمنا هو الكسر الموجود فى عدد مجارى الوجه تحت القطب فاذا كان هذا الكسر ½ مع رقم صحيح فى هذه الحالة يمكن اختيار نوعية من أربع نوعيات للف المحرك كما هو موضح فى انفرادات الالف .

اما اذا كان الكسر الموجود فى عدد مجارى الوجه تحت القطب خلاف ½ مثلا (¼ ، ¾) فى هذه الحالة لا توجد غير نوعبة واحدة للف المحرك وهى عن طريق الجدول الخاص كما هو موضح فى انفرادات الالف .

مثـــال

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ويراد تقسيمه ٤ اقطاب

عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٤ = ٤٫٥ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤٫٥ ÷ ٤ = ١٫٥ مجرى

فى هذا المحرك ٤ نوعيات للفة لأن الكسر ½ .

أما بالنسبة لخطوة اللف تحسب عند اختيار نوعية اللف على أساس أما (٥) ثابتة أو متداخلة (٤ — ٦) أو (٥) للفات (٦) للفات أخرى .

مثـــال آخـــر

محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ويراد تقسيمه ٦ أقطاب :

عدد مجارى القطب = ٢٧ ÷ ٦ = ٤٫٥ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤٫٥ ÷ ٣ = ١٫٥ مجرى .

ايضا هذا المحرك له ٤ نوعيات للفة لأن الكسر ½ .

اذا كان هذا المحرك يراد تقسيمه ٤ أقطاب :

نجد عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦٫٧٥ ÷ ٣ = ٢٫٢٥ مجرى .

فى هذه الحالة نجد الكسر ¼ وعلى هذا يلف المحرك بنوعية واحـــدة حسب الجدول الخاص باسقاط الملفات أما الخطوة تحسب (١ — ٧) فقط .

اما المجارى الكلية وتوزيعها على اربعة أقطاب على اساس (٢٫٢٥ مجرى) تحت كل قطب وتعديل هذا الوضع هو رفع (¼ مجرى) من ثلاثة أقطاب وتضاف الى القطب الرابع فيصبح (٣ مجرى) بدلا من (٢٫٢٥ مجرى) ويصبح عدد مجارى الوجه تحت الأقطاب الأول والثانى والثالث (٢ مجرى فقط) ويطبق هذا الوضع بالنسبة للأوجه الثلاثة .

٤ ـ حالة أخرى بالنسبة لمحرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى ٦ أقطاب (فى هذا المحرك سنجد الكسر خلاف ¼ وهو ½ وله طريقة واحدة).

التقسيم

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ÷ ٣ = ١⅓ مجرى .

مقدار المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٤ = ٤٥ درجة كهربية .

بعد المداخل = ١٢٠° ÷ ٤٥ = ٢⅔ مجرى تعدل الى ٣ مجرى .

التعليق والتعديل

فى هذا المحرك نجد أن عدد مجارى القطب سليمة وهى (٤ مجرى) وكذا خطوة اللف نجدها سليمة وهى (١ ــ ٥) أما عدد مجارى الوجه تحت القطب نجدها (١⅓ مجرى) والتصرف فى هذا الوضع هو رفع (⅓ مجرى) من اربعة اقطاب واضافة (⅓ مجرى) الى القطب الخامس فيصبح (٢ مجرى) واضافة ⅔ مجرى الى القطب السادس فيصبح (٢ مجرى) على هذا يكون تم توزيع عدد (٨ مجرى) وهى الخاصة لكل وجه كامل على (٦ قطب) بالترتيب :

الوجه الأول (٢ ــ ٢ ــ ١ ــ ١ ــ ١ ــ ١) مجرى

الوجه الثالث (٢ ــ ٢ ــ ١ ــ ١ ــ ١ ــ ١) مجرى

الوجه الثانى (١ ــ ١ ــ ١ ــ ٢ ــ ٢ ــ ١) مجرى

وهذا التوزيع على اساس بعد مداخل التيار الذى عدل من (٢⅔ مجرى) الى (٣ مجرى) ويلاحظ ان هذه العملية تحتاج الى جهود وعناية كبيرة حتى لا تحدث اخطاء والرسم الخاص بالانفرادات يوضح هذا .

حساب لف محركات الثلاثة أوجه

فى الوجه الواحد تكون الآلة بها دائرة كهربية واحدة وفيها الآتى :

ضغط الخط = ضغط الوجه .

وبذلك تكون القدرة مع اعتبار معامل القدرة

ض × ش × جتاهـ = وات

أما فى حالة الثلاثة أوجه يكون المحرك به ثلاثة دوائر كهربية كل منها مستقل عن الآخر ثم يتم توصيل الدوائر الثلاثة مع بعضها أما بطريقة النجمة أو بطريقة الدلتا وتكون الزاوية للوجه بين الضغوط فى الثلاثة دوائر (١٢٠ درجة) .

فى حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالآتى :

ض = ض١

أما تيار الخط (ش) فهو محصلة تيارى دائرتين :

∴ ش = ش١ √٣

فى حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالآتى :

ش = ش١

أما ضغط الخط (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

∴ ض = ض١ √٣

وعلى هذا تكون القدرة الكهربية فى الثلاثة أوجه كالآتى :

القدرة = √٣ ض ش جتا هـ = وات

وهكذا يمكن تحديد قيمة القدرة عن طريق الحسابات السابقة وكلها معلومة ويمكن التعرف عليها ولكن فى بعض الحالات تفقد معلومات المحرك وتصبح قدرته مجهولة فهل يمكن معرفة قدرة المحرك بطريق حسابى وعملى ومن واقع حديد المحرك هذا هو الجديد بدرجة لا تقل عن ٩٠٪ من القدرة الأساسية للمحرك وحسب ظروف تصنيع المحرك .

تحديد قيمة القدرة

اذا كانت قدرة المحرك غير معلومة لسبب ما فيمكن تقديرها بالحساب الآتى :

١ — اوجد عدد المجارى الكلية للمحرك .

٢ — أوجد عرض السنة الحديد بالسنتيمتر مع الدقة الكبيرة فى القياس .

٣ — اوجد طول المجرى بالسنتمتر حسب رقائق العضو الدائر .

٤ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحــرك (٣٨٠ فولت نجمـــة) .

٥ — قيمـــة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعـــة بالسنتيمتر ويمكن اعتبارها كالآتى :

(أ) المحركات أقــل من واحــد كيلوات اســتعمل (٩٥٠٠ خط) للسنتيمتر المربع الى (١٠٠٠٠ خط) .

(ب)المحركات من واحد الى ثلاث كيلوات (٩٠٠٠ خط) .

(جـ) المحركات من ثلاثة الى خمسة كيلوان (٨٥٠٠ خط) .

(د) المحركات أكبر من خمسة كيلوان (٧٥٠٠ خط) .

٦ — استعمل الأرقام الثابتة (١٢ — ١٥٠٠ — ١٠^{٦}) .

٧ — اذا كان معامل القدرة غير معلوم يمكن اعتباره (٧٠ر٠ — ٧٣ر٠ — ٨٠ر٠ — ٨٥ر٠ — ٩٠ر٠) ويكون الفرق تصاعدى كلما نقصت القدرة أى اذا كان المحرك أكثر من خمسة كيلوات يكون المعامل (٧٠ر٠) وإذا كان أقل من واحد كيلوات يكون معامل القدرة (٩٠ر٠) .

لتنفيذ العمليات الحسابية بالبيانات السابقة ابدأ الآتى :

اقسم عدد المجارى الكلية للمحرك على الرقم الثابت (١٢) = مجرى

ناتج القسمة السابق × عرض السنة × طول المجرى = مساحة حديد

بعد ذلك أوجد مربع مساحة الحديد التى حصلت عليها فى العمليـــة الســـابقة .

∴ القدرة =

$$\frac{\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسى للوحدة} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}}{١٠^{٦} \times ١٥٠٠} = \text{وات}$$

مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت وموصـــل بطريقة النجمة يحتوى على ٢٤ مجرى وفيه عرض السنة الحديد ٧ر٠ سم وطول المجرى ٨ر٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحرك .

الحـــل

عــدد المجارى المطلوب = عدد المجارى الكلية ÷ ١٢ =
٢٤ ÷ ١٢ = ٢ مجرى

مساحة الحديد المطلوبة = عــدد المجــارى المطلوب × عرض الســنة
× طول المجرى
= ٢ × ٠٫٧ × ٨٫٨ = ١٢٫٣٢ سم^{٢}

مربع الحــديد المطلوب = ١٢٫٣٢ × ١٢٫٣٢ = ١٥١٫٧٨٢

قيمة القدرة =

$$\frac{\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}}{١٥٠٠ \times ١٠^{٦}}$$

$$= \frac{١٥٠٠ \times ٣٨٠ \times ٩٥٠٠ \times ١٥١٫٧٨٢}{١٥٠٠ \times ١٠^{٦}} = ٥٥٠ \text{ وات}$$

عند اختيار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة رغم عدم معرفة قيمة القدرة يختار الرقم المناسب لتقدير قدرة المحرك فى البداية فمثلا فى المثال السابق اختير الرقم (٩٥٠٠ خط) تقديريا لحجم المحرك وقدرته وبعد تنفيذ العمليات الحسابية وجدت أن قدرة المحرك (٥٥٠ وات) وبذلك يكون اختيار قيمة الفيض المغناطيسى مناسبة لأنها للمحركات التى اقل من واحد كيلوات كما بينا سابقا .

حساب مساحة مقطع السلك

بعد التمكن من معرفة وتحديد قيمة قدرة المحرك اذا كانت مجهولة يمكن أيضا التوصل الى معرفة قيمة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لف هذا المحرك المجهولة بياناته بعد التوصل من معرفة الآتى :

١ ــ قدرة المحرك بالوات .

٢ ــ قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحــرك فى حالة توصيله نجمــة .

٣ ــ قيمة معامل القدرة واذا تعذر معرفته استعمل الرقم المنــاسب لقدرة المحرك (من ٠٫٧ الى ٠٫٩) .

٤ ــ كثافة التيار لكل مم^{٢} ويمكن استعمال (٥ أمبير) .

٥ ــ جذر ثلاثة وهو (١٫٧٣٢) .

من هذه البيانات السابقة والتى يمكن التعرف عليها يمكن تحديد أولا قيمة الأمبير فى سلك المحرك ثم بعد ذلك الحصول على مساحة مقطع السلك اللازم ثم من الجدول الخاص بأسلاك اللف يمكن تحديد قطر السلك المناسب لمساحة المقطع التى حصلنا عليها .

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{\text{القدرة بالوات}}{\text{جذر ثلاثة} \times \text{الضغط} \times \text{معامل القدرة}} = \text{أمبير}$$

مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٣ر٥ كيلوات يعمل على ضـــغط ٣٨٠ فولت وهو موصل بطريقة نجمة ومعامل قدرته ٨ر٠ والمطلوب معرفة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لفه .

الحـــل

قدرة المحرك بالوات = ٥ر٣ × ١٠٠٠ = ٣٥٠٠ وات

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٣٥٠٠}{١٫٧٣٢ \times ٣٨٠ \times ٠٫٨} = ٦٫٦٤ \text{ أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = ٦٤ر٦ ÷ ٥ = ٣٢ر١ سم^{٢}

يقابلها قطر (٣ر١ مم) وفى هذه الحالة يمكن لف الملف بسلك مساحة مقطعه نصف المســـاحة السابقة مزدوج أى بقطر (٩١ر٠ مم) اذا تعذر استعمال السلك الأول لكبر قطره وضيق فتحة المجرى بالمحرك .

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه تدرته ٥ر٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل دلتا ومعامل قدرته ٧٣ر٠ والمطلوب معرفة قطر السلك المستعمل فى لفه .

الحـــل

قدرة المحرك بالوات = ٥ر٥ × ١٠٠٠ = ٥٥٠٠ وات

ضغط المحرك فى حالة نجمة = ٦٦٠ فولت

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٥٥٠٠}{١٫٧٣٢ \times ٦٦٠ \times ٠٫٧٣} = ٦٫٧ \text{ أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = ٧ر٦ ÷ ٥ = ٣٤ر١ مم^{٢}

من جدول اسلاك اللف نجد ان هـــذه المساحة لمقطع السلك وهى (٣٤ر١ مم^{٢}) يقابلها (٣ر١ مم) كقطر السلك ويمكن كما هو فى المثـــال السابق استعمال سلك مزدوج بنصف مساحة المقطع أى بقطر (٨٥ر٠ مم).

تنبيه : استعمل قيمة الضغط (٣٨٠ فولت) فقط فى قانون تحـــديد القدرة أما قانون تحديد قطر السلك وعدد اللفات استعمل قيمة الضـــغط الذى يعمل عليه المحرك نجمة فعلا .

لم يبق بعد التعرف على قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك المستعمل فى لف ملفاته غير التعرف على عدد لفات الملف وبذلك تكون جميع بيانات المحرك المفقود قد اكتملت ويمكن على ضوئها البدء فى لف المحـــرك ولكى تحصل على عدد لفات الملف علينا أن نحصل أولا على البيانات الآتية وفيها ما سبق معرفته :

١ ــ قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل غليه المحرك نجمة .

٢ ــ قيمة التردد لهذا الينبوع .

٣ ــ قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعـــة بالسنتيمتر ويمكن اعتبارها كالآتى :

(أ) محركات اقل من واحد كيلوات (٩٥٠٠ خط) لكل سنتيمتر مربع .

(ب) محركات من كيلوات واحد الى ثلاثة كيلوات (٩٠٠٠ خط) .

(جـ) محركات من ثلاثة الى خمسة كيلوات (٨٥٠٠ خط) .

(د) محركات اكثر من خمسة كيلوات (٧٥٠٠ خط) .

٤ — استعمل الأرقام الثابتة (٩٧ر. ، ٤٤ر٤ ، ١٥٠٠ ، $١٠^٨$) .

٥ — سرعة المحرك لفة/دقيقة .

٦ — عدد المجارى الكلية للمحرك .

٧ — عدد ملفات الوجه الواحد كاملة .

٨ — قيمة معامل اللف ويمكن تحديده من الجدول حسب حالة المحرك.

٩ — مقدار عرض السنة الحديد .

١٠ — طول المجرى .

من البيانات السابقة يمكن تجميع القانون وحساب عدد لفات الملف على أســــاس الآتى :

عدد لفات ملف الوجه الواحد =

$$\frac{\text{٩٧ر.} \times \text{الضغط للمحرك} \times ١٥٠٠ \times ١٠^٨}{\text{٤٤ر٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض المغناطيسى الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة}}$$

طريقة الحصول على معامل اللف

قبل تطبيق القانون السابق وهو الخاص بمعرفة عدد لفات الملف يجب التعرف على كيفية الحصول على معامل اللف حيث أنه جزء من القانون .

١ — من عدد مجارى الوجه تحت القطب يتكون عندنا من هذا العدد الرقم الرأسى وهو على يمين الجدول .

٢ — من ضرب عدد مجارى الوجه تحت القطب فى عدد الأقطــــاب يتكون عندنا من هذا الرقم الأفقى وهو الموجود فى أعلى الجدول .

٣ — المربع الذى نحصل عليه من تقاطع كل من الرقم الرأسى مــــع الرقم الأفقى يكون الرقم الذى بداخله يمثل قيمة معامل اللف المطلوب لهذا المحرك .

طريقة الحصول على الفيض المغناطيسى الكلى

١ — حدد قيمة الفيض للوحدة المربعة بالنسبة لقدرة المحرك حسب ما هو موضح سابقا .

٢ — أوجد عدد المجارى الكلية التى تخص وجه واحد من الثلاثة أوجه

∴ قيمة الفيض المغناطيسى الكلى المطلوب = عدد مجـارى الوجه الواحد × عرض السنة × طول المجرى × الفيض المغناطيسى للوحدة = خط مغناطيسى .

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل نجم تردد التيار ٥٠ ذبذبة يتكون المحرك من ٣٦ مجرى وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة فيه عرض السنة الحديد ٨ر٠ سم وطول المجرى ١٤ سم والمطلوب معرفة عدد لفات الملف الواحد كاملا .

عدد مجارى الوجه الواحد الكلية = ٣٦ ÷ ٣ = ١٢ مجرى

قيمة الفيض الكلى = ١٢ × ٨ر٠ × ١٤ × ٨٥٠٠ = ١١٥٢٠٠٠ خط

عدد ملفات الوجه الواحد = ١٢ ÷ ٢ = ٦ ملفات

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى (الرقـم الرأسى لمعامل اللف) .

∴ الرقم الأفقى = ٣ × ٤ = ١٢

من الجدول الخاص بمعامل اللف نجد أن تقاطع الرقم الرأسى (٣) مع الرقم الأفقى (١٢) يعطى المربع الذى بداخله رقم (٨٣ر٠) وهـو معـامل اللف المطلوب .

بعد الحصول على نتائج العمليات السابقة نضع القانون ثم نعوض بالأرقـام .

عدد اللفات الكلية للوجه الواحد =

$$\frac{\text{٩٧ر٠} \times \text{ضغط الينبوع للمحرك} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{٤٤ر٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة}}$$

$$= \frac{\text{٩٧ر٠} \times \text{٣٨٠} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{٤٤ر٤} \times \text{٥٠} \times \text{١١٥٢٠٠٠} \times \text{٨٣ر٠} \times \text{١٤٥٠}} = \text{١٧٨ لفة .}$$

∴ عدد لفات الملف الواحد = عدد لفات ملفات الوجه الكلية ÷ عدد الملفات للوجه .

= ١٧٨ ÷ ٦ = ٦ر٢٩ لفة .

= ٣٠ لفة .

جدول تحديد قيمة معامل اللف

لحسابات محركات تيار متغير ثلاثة أوجه

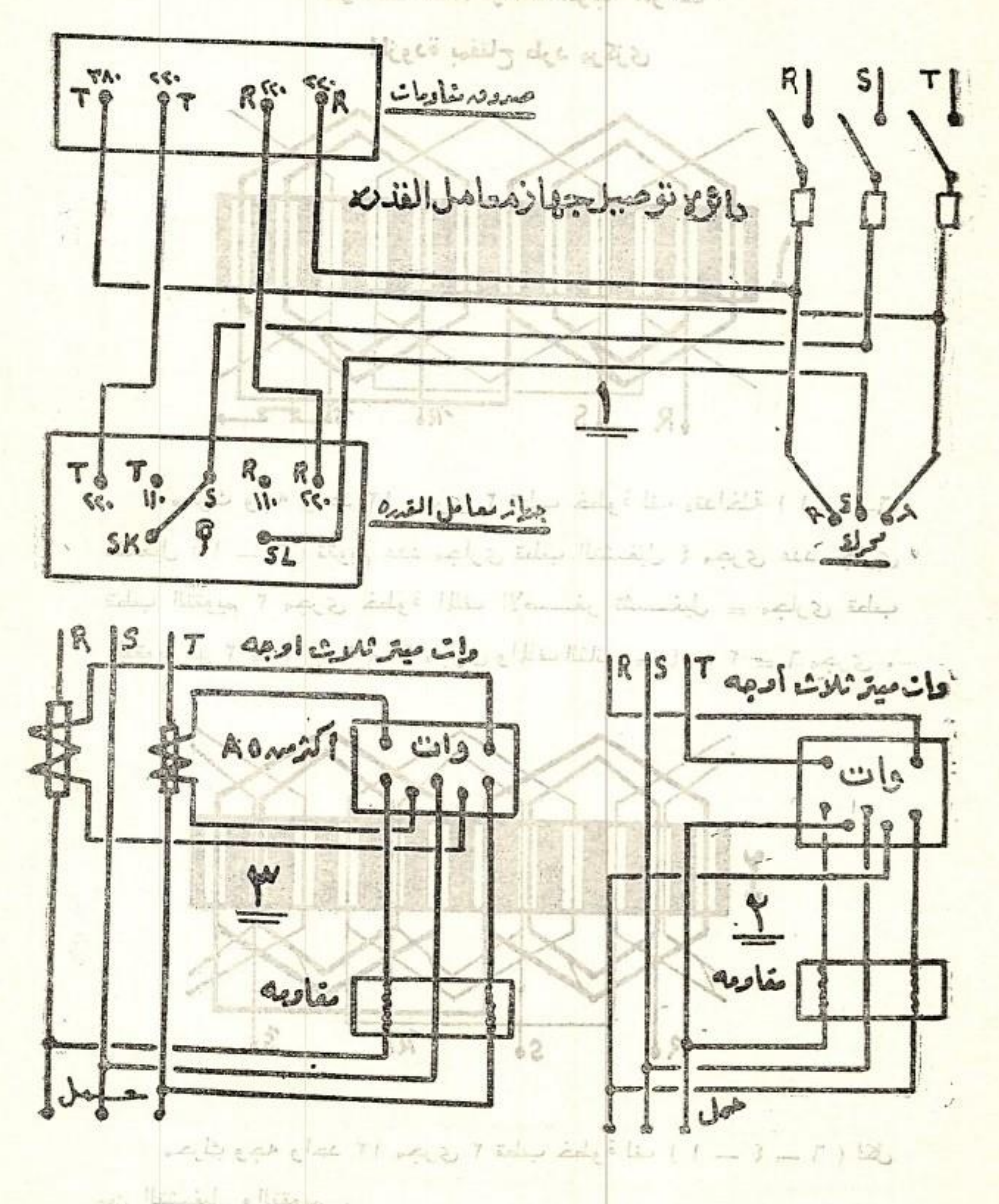
جدول معامل اللف لمحركات التيار المتغير الثلاث أوجه

الرقم الأفقي (هو حاصل ضرب عدد مجاري الوجه تحت القطب في عدد الأوجه)

الرقم الرأسي (هو عدد مجاري الوجه تحت القطب)

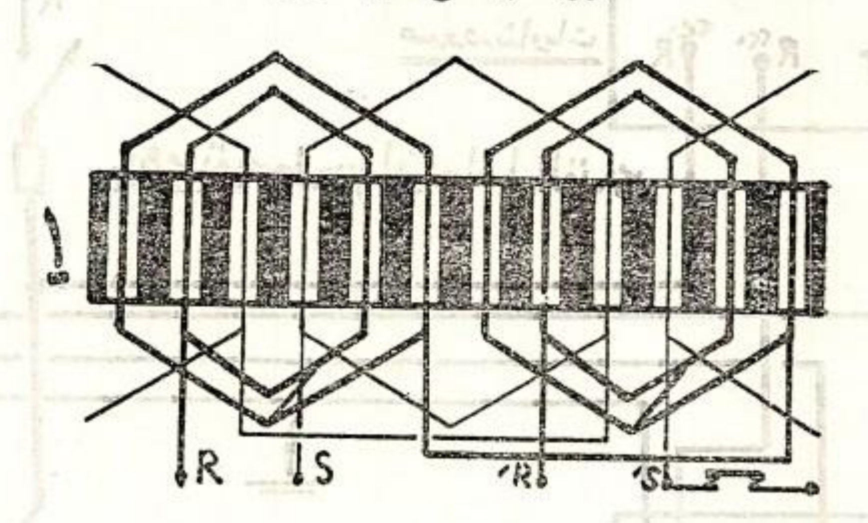
الرقم الرأسي	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
١ ١/٥	٫٧٣٢	٫٩٢٤	٫٩٤٤	٫٧٨٣													
١ ١/٤	٫٧١١	٫٩١٠	٫٩٥١	٫٨٢٩													
١ ٢/٥		٫٨٦١	٫٩٥٣	٫٩١٣	٫٧٤٧												
١ ١/٢		٫٨٣١	٫٩٤٥	٫٩٤٥	٫٨٣١												
١ ٣/٥		٫٧٩٥	٫٩٢٣	٫٩٥٤	٫٨٨٣	٫٧١٨											
١ ٣/٤		٫٧٤٧	٫٨٩٠	٫٩٥٣	٫٩٢٢	٫٨٢٨											
١ ٤/٥		٫٧٣٢	٫٨٧٧	٫٩٤٩	٫٩٤١	٫٨٥٤	٫٦٩٥										
٢		٫٦٨٣	٫٨٣٧	٫٩٢٣	٫٩٦٦	٫٩٢٢	٫٨٣٧	٫٦٨٣									
٢ ١/٥			٫٧٧٨	٫٨٨٧	٫٩٤٦	٫٩٥١	٫٩٠٣	٫٨٠٤									
٢ ١/٤			٫٧٦٦	٫٨٧٧	٫٩٤١	٫٩٥٤	٫٩٦٥	٫٨٢٧	٫٦٩٥								
٢ ٢/٥			٫٧٣٢	٫٨٤٧	٫٩٢٣	٫٩٥٤	٫٩٤١	٫٨٨٣	٫٧٨٢								
٢ ١/٢			٫٧١١	٫٨٢٩	٫٩١٠	٫٩٥١	٫٩٥١	٫٩١٠	٫٨٢٩	٫٧١١							
٢ ٣/٥			٫٦٨٩	٫٨٠٧	٫٨٩٣	٫٩٤٣	٫٩٥٤	٫٩٢٧	٫٨٦٣	٫٧٦٤							
٢ ٣/٤				٫٧٧٨	٫٨٦٩	٫٩٢٨	٫٩٥٤	٫٩٥٦	٫٩٠٣	٫٨٢٧	٫٧٢٢						
٢ ٤/٥				٫٧٦٩	٫٨٦١	٫٩٢٢	٫٩٥١	٫٩٤٩	٫٩١٣	٫٨٤٤	٫٧٤٧						
٣				٫٧٣٥	٫٨٣١	٫٩٠٢	٫٩٤٣	٫٩٦٠	٫٩٤٥	٫٩٠٢	٫٨٣١	٫٧٣٥					
٣ ١/٥				٫٦٩٧	٫٧٩٤	٫٨٧٠	٫٩٢٨	٫٩٥٦	٫٩٥٣	٫٩٣٠	٫٨٨٢	٫٨١١	٫٧١٨				
٣ ١/٤				٫٦٨٩	٫٧٨٦	٫٨٦٣	٫٩٢٣	٫٩٤٨	٫٩٥٤	٫٩٣٦	٫٩١٣	٫٨٦٧	٫٧٤٠				
٣ ٢/٥					٫٧٦٢	٫٨٤٤	٫٩١٧	٫٩٢٩	٫٩٥٥	٫٩٤٨	٫٩١٩	٫٨٦٨	٫٧٩٦	٫٧٠٦			
٣ ١/٢					٫٧٤٧	٫٨٢٨	٫٩٠١	٫٩٣٢	٫٩٥٣	٫٩٥٣	٫٩٣٢	٫٨٩٠	٫٨٢٨	٫٧٤٧			
٣ ٣/٥					٫٧٣٢	٫٨١٣	٫٨٩٠	٫٩٢٣	٫٩٤٥	٫٩٥٥	٫٩٤١	٫٩٠٧	٫٨٥٣	٫٧٨٢	٫٦٩٥		
٣ ٣/٤					٫٧١٠	٫٧٩٢	٫٨٧٧	٫٩٠٨	٫٩٤١	٫٩٥٥	٫٩٥٠	٫٩٢٧	٫٨٨٦	٫٨٢٧	٫٧٥٢		
٣ ٤/٥					٫٧٠٣	٫٧٨٥	٫٨٥٩	٫٩٠٣	٫٩٣٧	٫٩٥٤	٫٩٥٤	٫٩٣٢	٫٨٩٤	٫٨٤٠	٫٧٧٠	٫٦٨٥	
٤					٫٦٧٧	٫٧٦٠	٫٨٥٢	٫٨٨٥	٫٩٢٥	٫٩٤٩	٫٩٥٨	٫٩٤٩	٫٩٢٥	٫٨٨٥	٫٨٢٩	٫٧٦٦	٫٦٧٧
٤ ١/٤						٫٧٢٥	٫٨٢٩	٫٨٥٥	٫٩٠١	٫٩٣٣	٫٩٥٦	٫٩٥٥	٫٩٤٤	٫٩١٩	٫٨٨٠	٫٨٢٨	٫٧٦٢
٤ ١/٢						٫٦٩٥	٫٧٩٦	٫٨٢٧	٫٨٧٧	٫٩١٥	٫٩٤٤	٫٩٥٤	٫٩٥٤	٫٩٤١	٫٩١٥	٫٨٧٧	٫٨٢٧
٤ ٣/٤							٫٧٦٦	٫٨٠٠	٫٨٥٢	٫٨٩٤	٫٩٢٦	٫٩٤٦	٫٩٥٥	٫٩٥١	٫٩٣٢	٫٩١٢	٫٨٧٥
٥							٫٧٣٧	٫٧٧٤	٫٨٢٩	٫٨٧٤	٫٩١٠	٫٩٣٦	٫٩٥١	٫٩٥٧	٫٩٥١	٫٩٣٦	٫٩١٠
٦							٫٧١١	٫٦٧٧	٫٧٣٢	٫٧٨٣	٫٨٢٨	٫٨٦٧	٫٨٩٨	٫٩٢٤	٫٩٤٢	٫٩٥٣	٫٩٥٦

طرق توصيل جهاز وات ميتر ومعامل القدرة

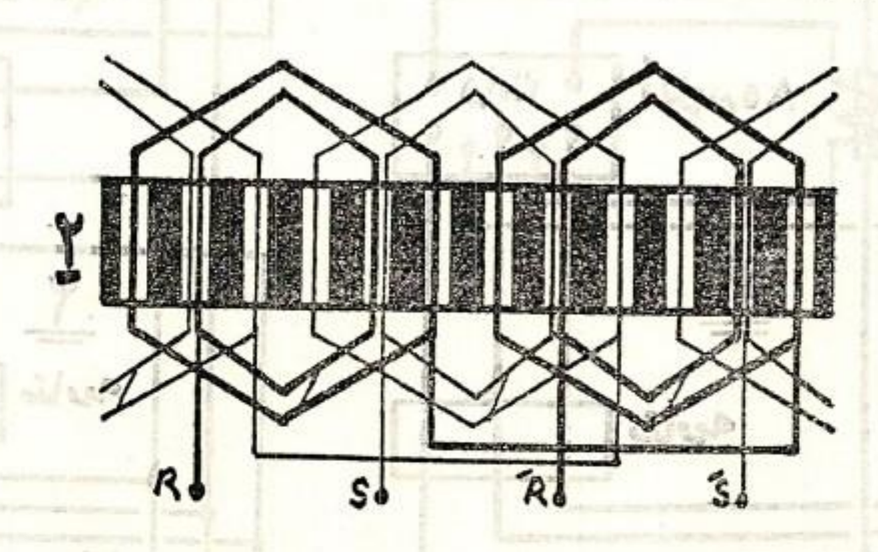


انفرادات لف محركات الوجه الواحد

المزودة بمفتاح طرد مركزى



محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف متداخلة (١—٤—٦) تشغيل (١ — ٦) تقويم عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى عدد مجارى قطب التقويم ٢ مجرى خطوة الملف الأصغر تشغيل = مجارى قطب التقويم + ٢ = ٢ + ٢ = ٤ مجرى والملف الثانى = ٤ + ٢ = ٦ مجرى .



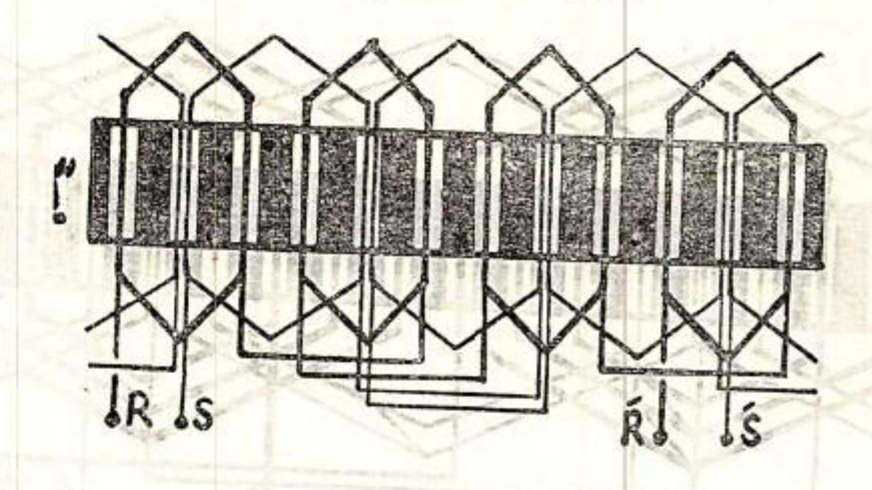
محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) لكل من التشغيل والتقويم .

هذا المحرك يشترك التقويم مع التشغيل فى مجرى تحت كل قطب

محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ ـ ٣) تشـغيل (١ ــ ٤) تقويم .

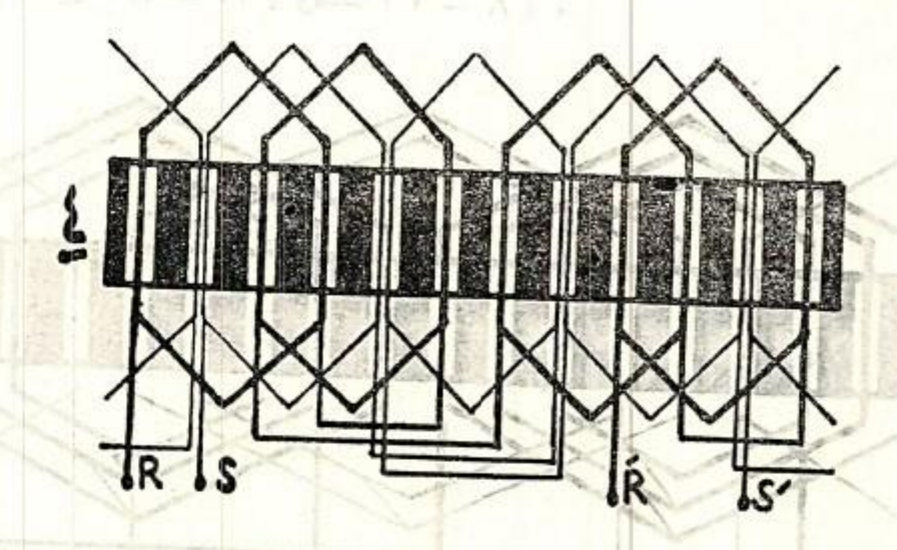
عدد مجارى قطب التشغيل ٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم واحد مجرى



محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ قطب خطـوة لف (١ ــ ٤) لكل من التشغيل والتقويم .

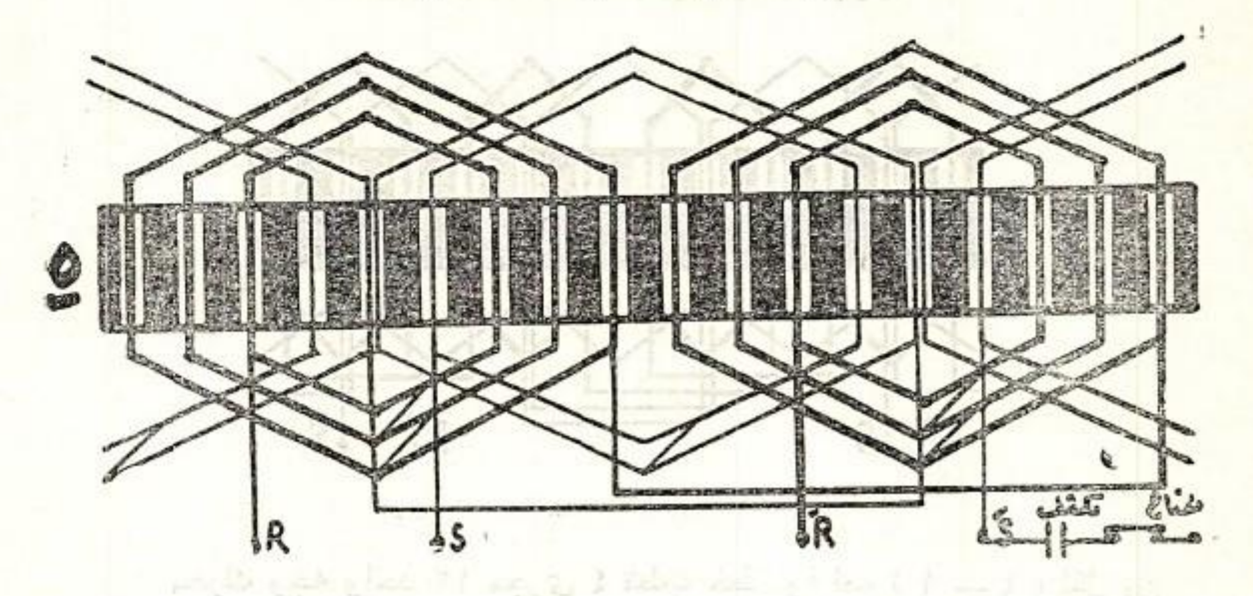
هذا المحرك تم تعديل خطوة التشغيل من (١ ــ ٣) الى (١ ــ ٤) لصالح اللف .



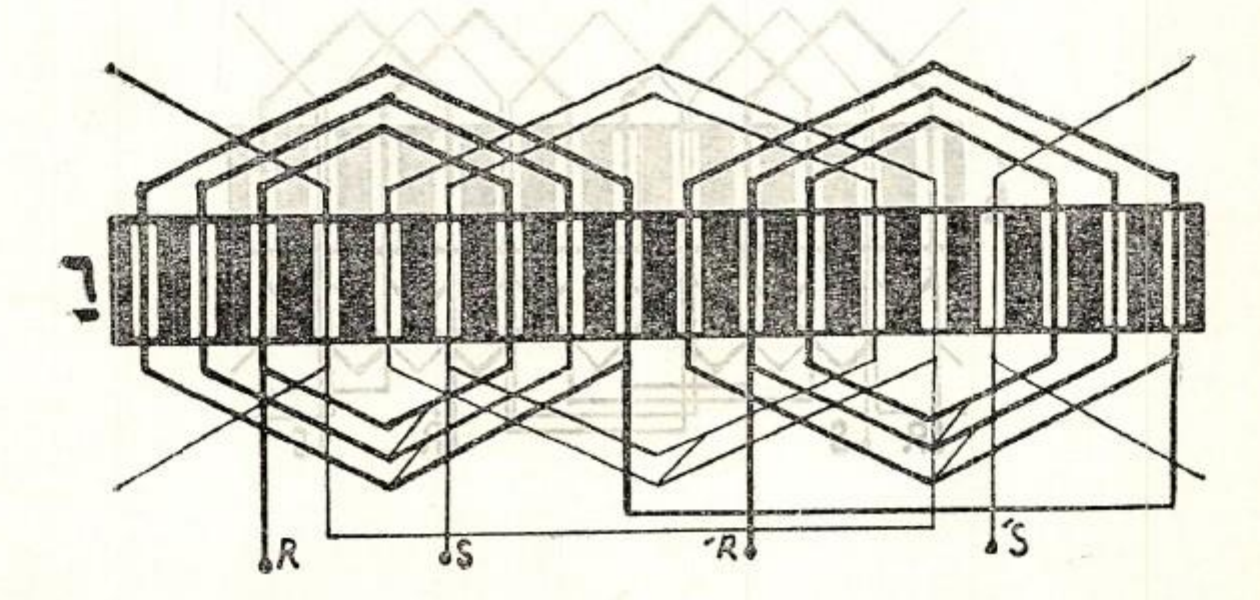
محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٢ قطب خطوة التشغيل

(٥ — ٧ — ٩) خطوة التقويم (٨ — ١٠)

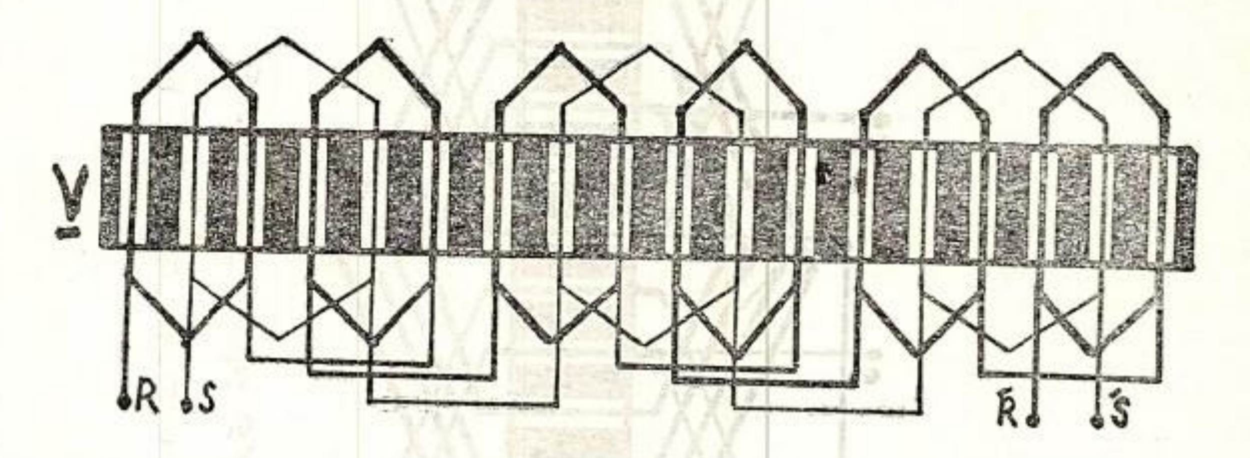
على أساس ملف ونصف للتقويم



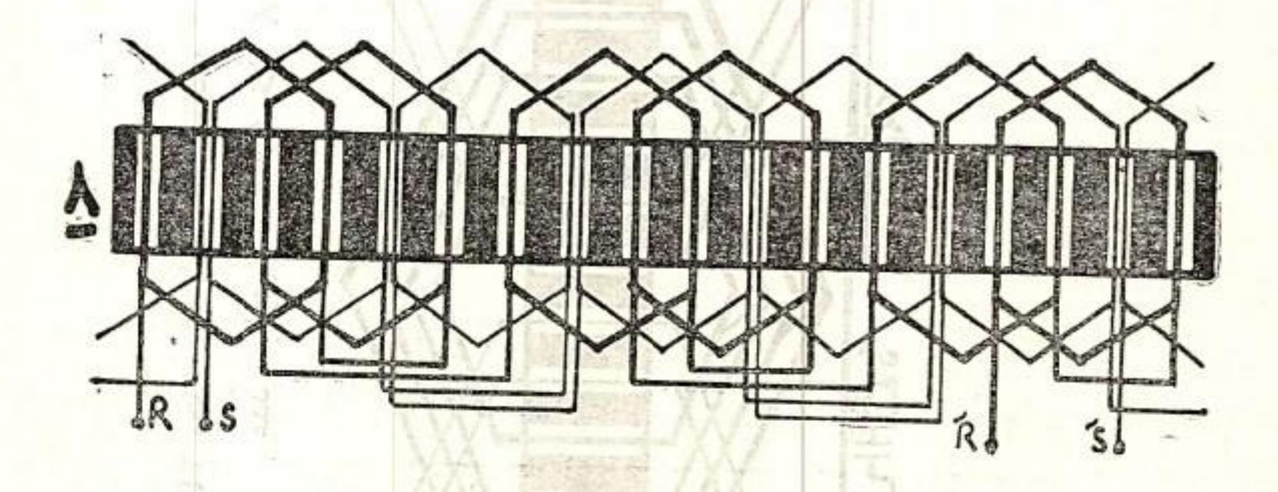
يختلف هذا المحرك عن سابقة فى توزيـــع ملفات التقويم بحيث يكون ملفين فى اتجاه وملف فى اتجاه وعلى هذا تكون خطوة التشغيل (٥—٧—٩) والتقويم ملفين (٨ — ١٠) وملف (١ — ٨) .



محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٦ قطب خطوة التشغيل (١ — ٣)
خطوة التقويم (١ — ٤)

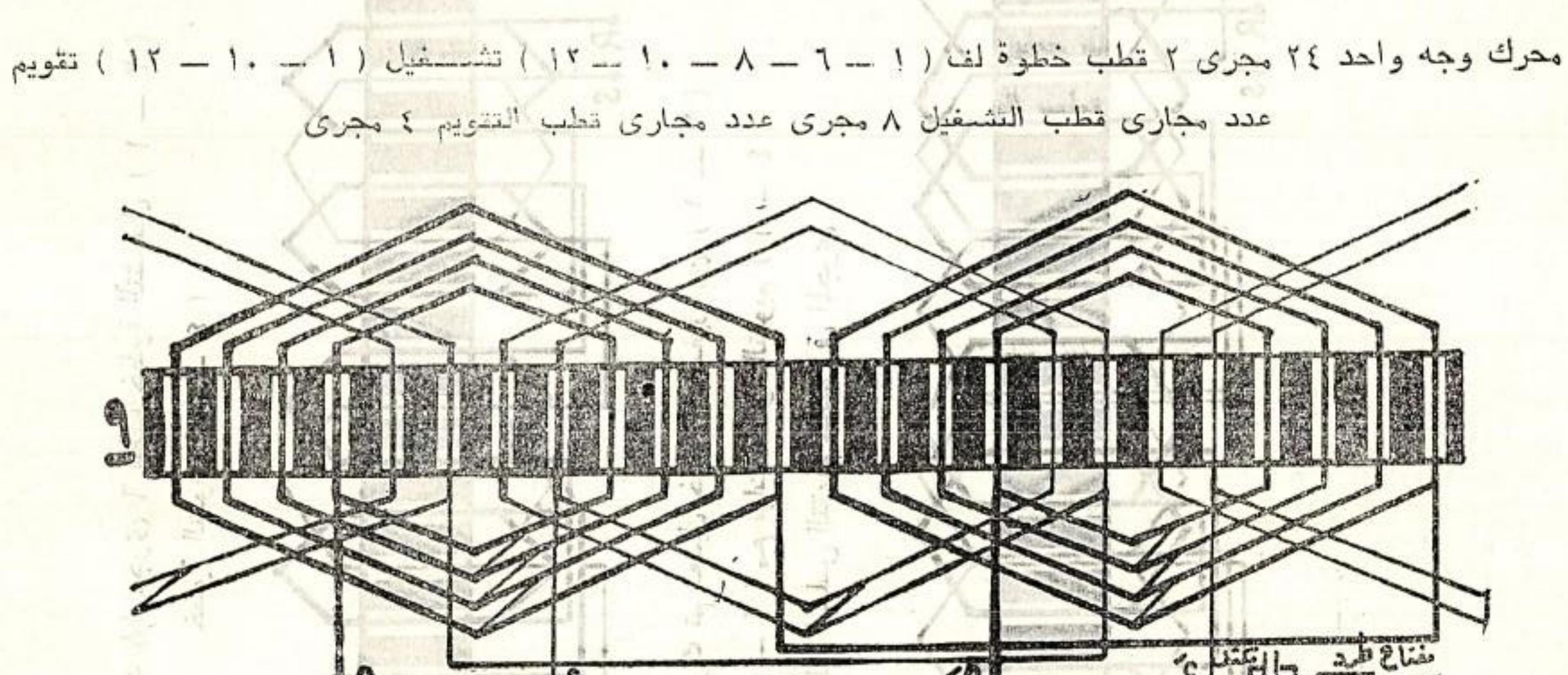


فى هذا المحرك تم تعديل خطوة التشغيل من (١ — ٣)
الى (١ — ٤) مع ثبات خطوة التقويم (١ — ٤)
على أساس التقويم جانبين فى المجرى

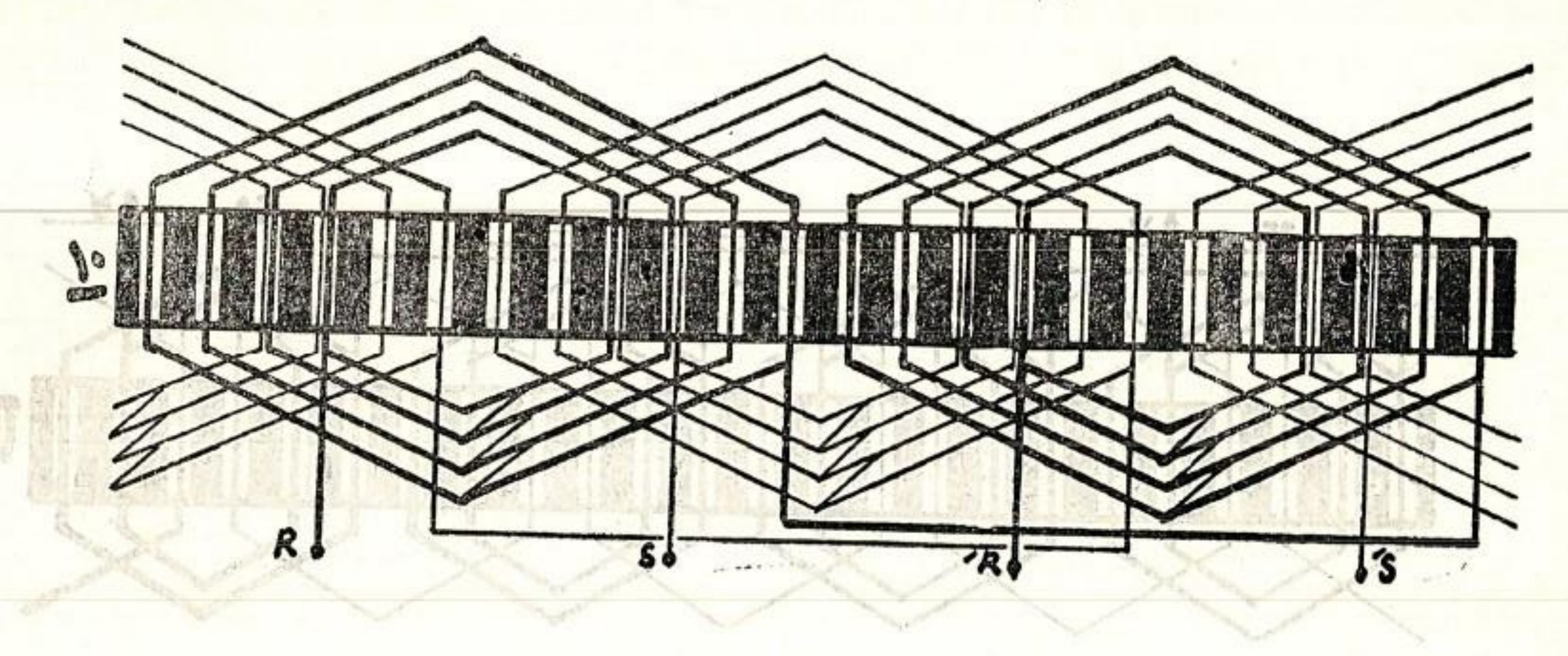


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ ـــ ٦ ـــ ٨ ـــ ١٠ ـــ ١٢) تشــغيل (١ ـــ ١٠ ـــ ١٢) تقويم

عدد مجارى قطب التشغيل ٨ مجرى عدد مجارى قطب التقويم ٤ مجرى

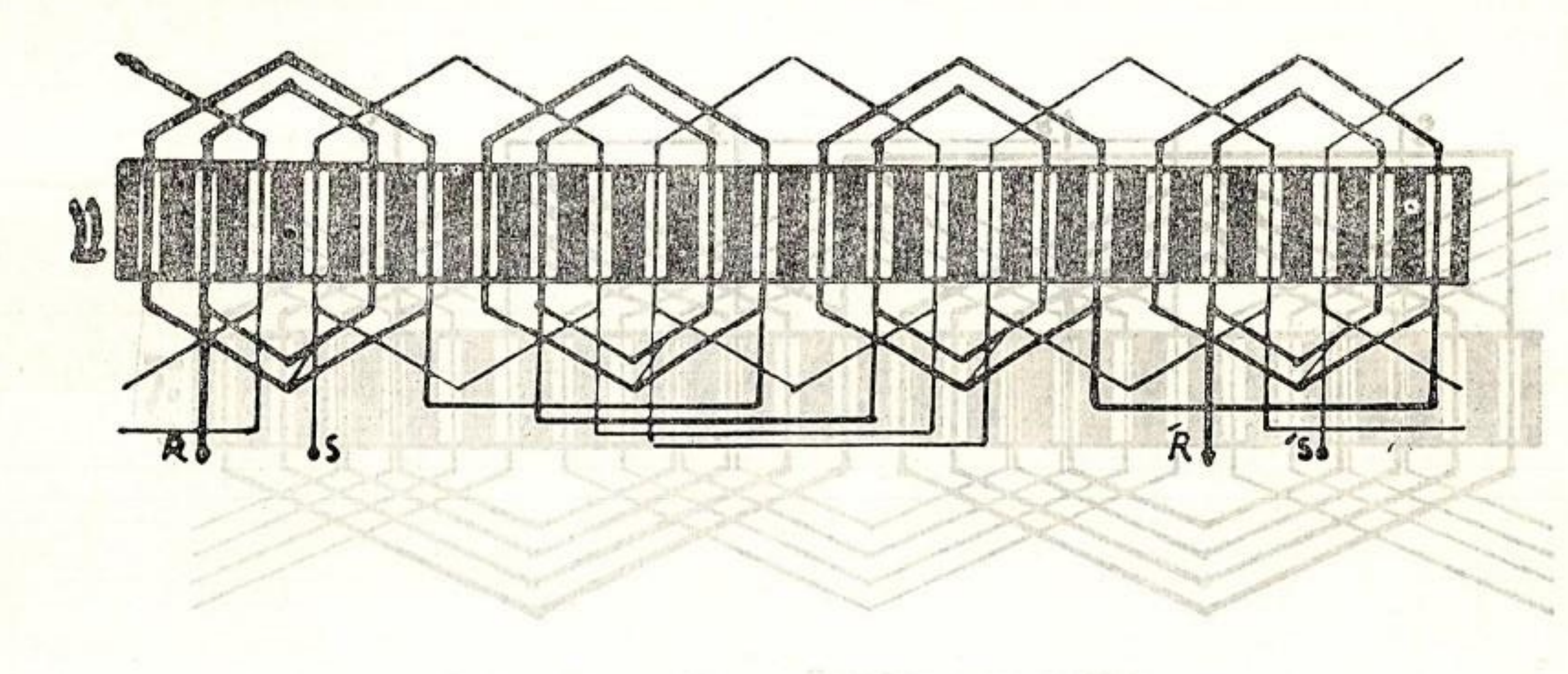


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ ـــ ٦ ـــ ٨ ـــ ١٠ ـــ ١٢) لكل من التشغيل والتقويم مع اشراك التقويم فى عدد ٢ مجرى مع التشغيل تحت كل قطب

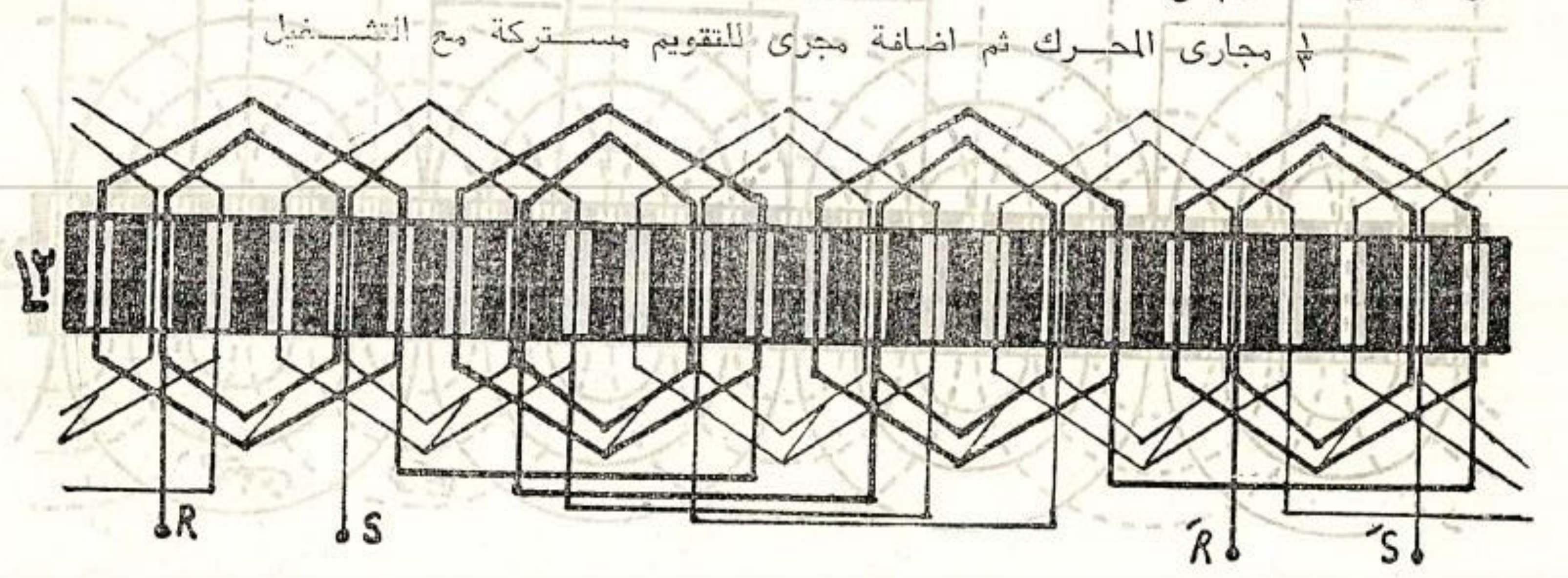


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطـوة لف (١ ــ ٤ ــ ٦) تشـــغيل (١ ــ ٦) تقـــويم

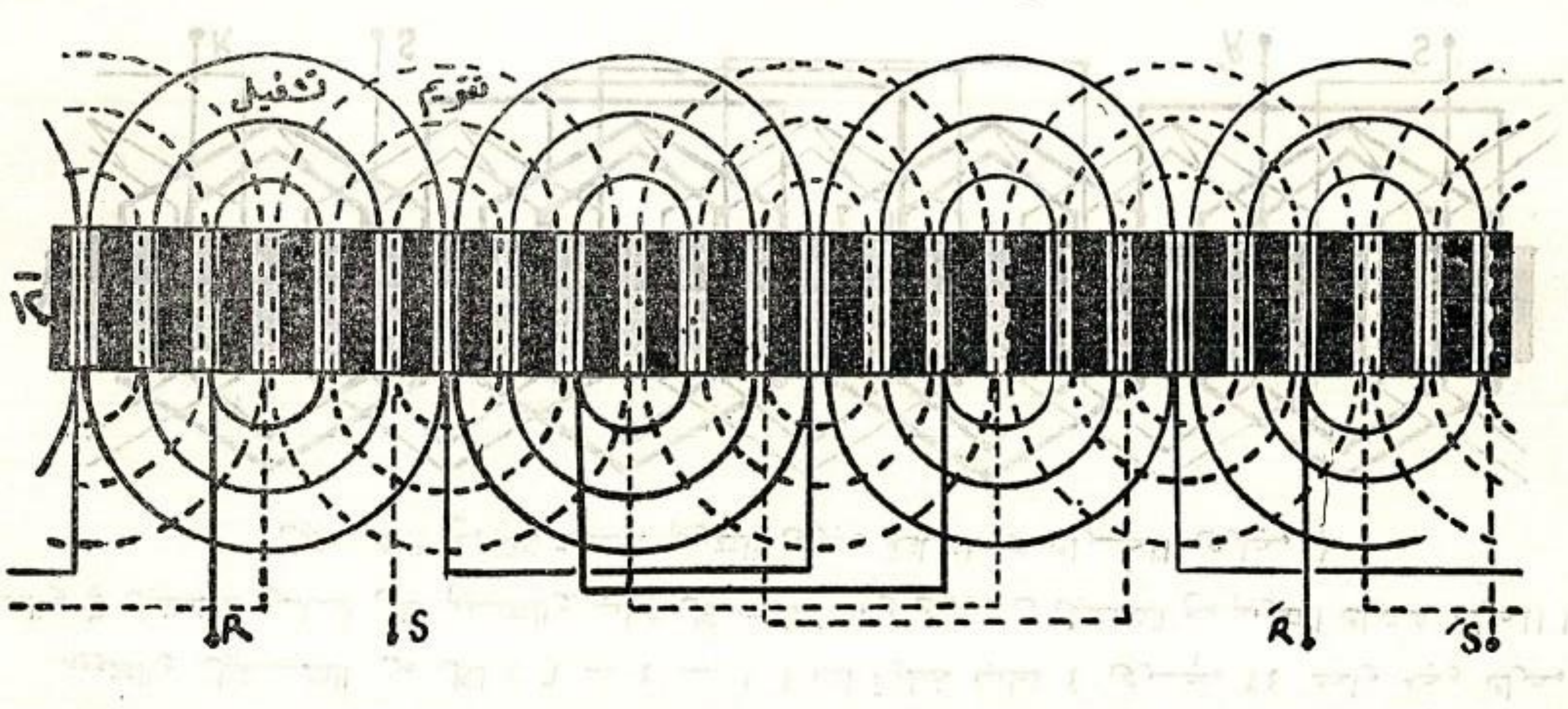
عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى　　　　عدد مجارى قطب التقويم ٢ مجرى



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) لكل من التشغيل والتقويم
فى هذا المحرك يشترك التقويم مع التشغيل فى مجرى واحدة تحت كل قطب والتقسيم على أساس التشغيل ٢/٣ والتقويم ١/٣ مجارى المحرك ثم اضافة مجرى للتقويم مشتركة مع التشغيل

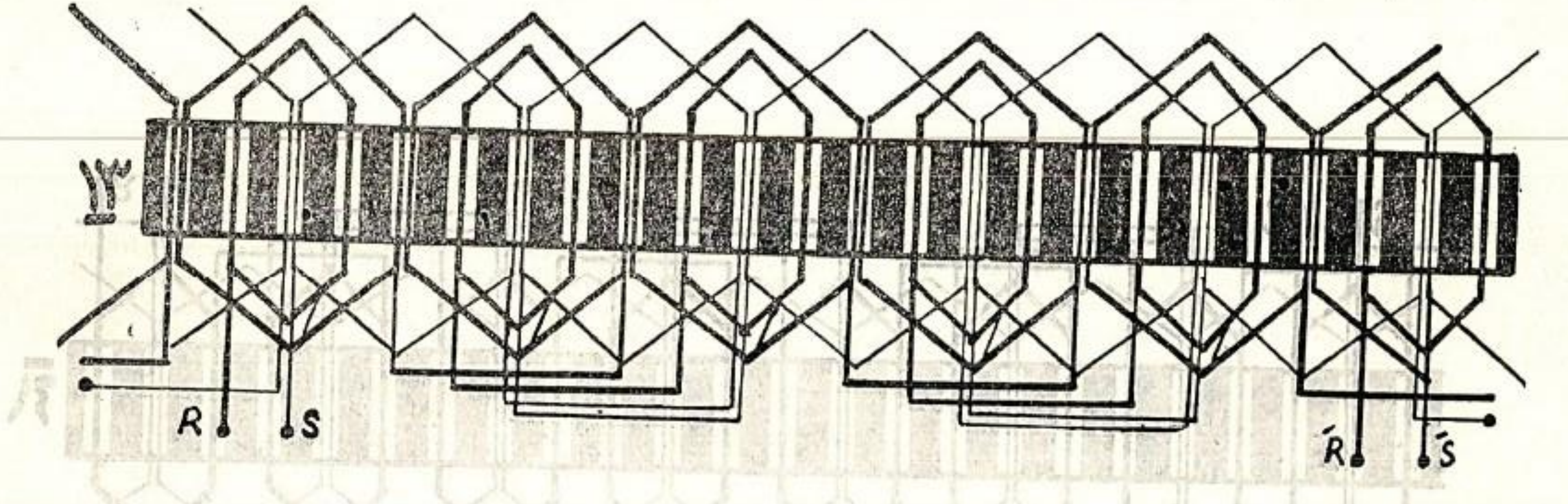


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ اقطاب لم يراعى فى هذا المحرك التشـــغيل $\frac{٢}{٣}$ والتقويم $\frac{١}{٣}$ ولكن عدل قطب التشغيل من ٤ مجارى الى ٥ مجارى وقطب التقويم من ٢ مجرى الى مجرى واحدة مع تعويض التقويم باشراك ملفين مع ملفات التشـــغيل تحت كل قطب



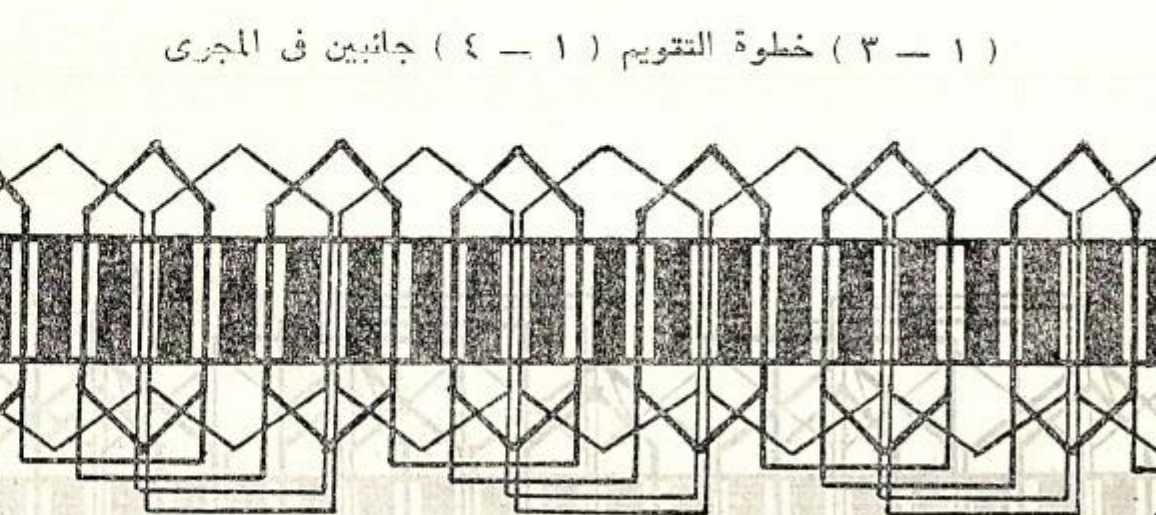
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ قطب خطوة التشغيل (٣ — ٥) والتقويم (١ — ٥)

فى هذا المحرك تم تعديل عدد مجارى التشغيل من ١٦ مجرى الى ١٨ مجرى والتقويم من ٨ مجرى الى ٦ مجرى قطب التشغيل ٣ مجرى وقطب التقويم مجرى واحد ونوع اللف جانب وجانبين فى المجرى



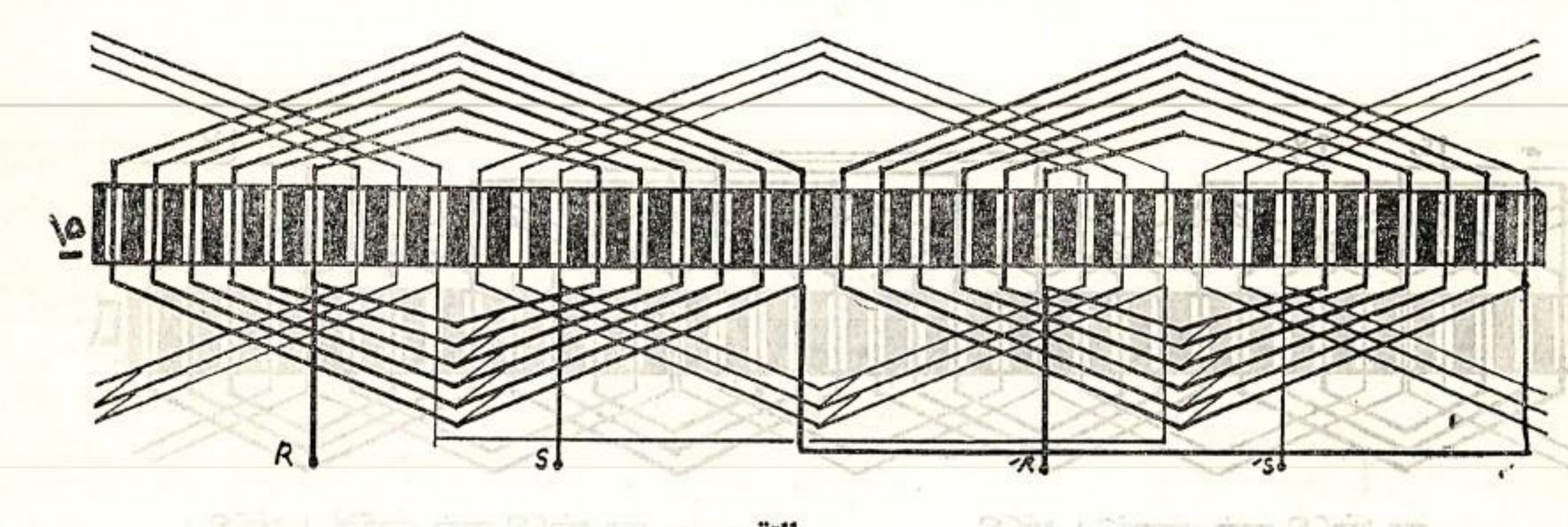
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة التشغيل

(١ — ٣) خطوة التقويم (١ — ٤) جانبين فى المجرى



محرك وجه واحد ٣٦ مجـرى ٢ قطب خطوة لف (١ ـ ٨ ـ ١٠ ـ ١٢ ـ ١٤ ـ ١٦ ـ ١٨)
تشـغيل (١ ـ ١٤ ـ ١٦ ـ ١٨) تقويم

عدد مجارى قطب التشغل ١٢ مجرى　　　عدد مجارى قط بالتقويم ٦ مجرى



التقسـيم

عدد مجارى التشغيل = ٣٦ × $\frac{٢}{٣}$ = ٢٤ مجرى　　　عدد مجارى التقويم = ٣٦ × $\frac{١}{٣}$ = ١٢ مجرى

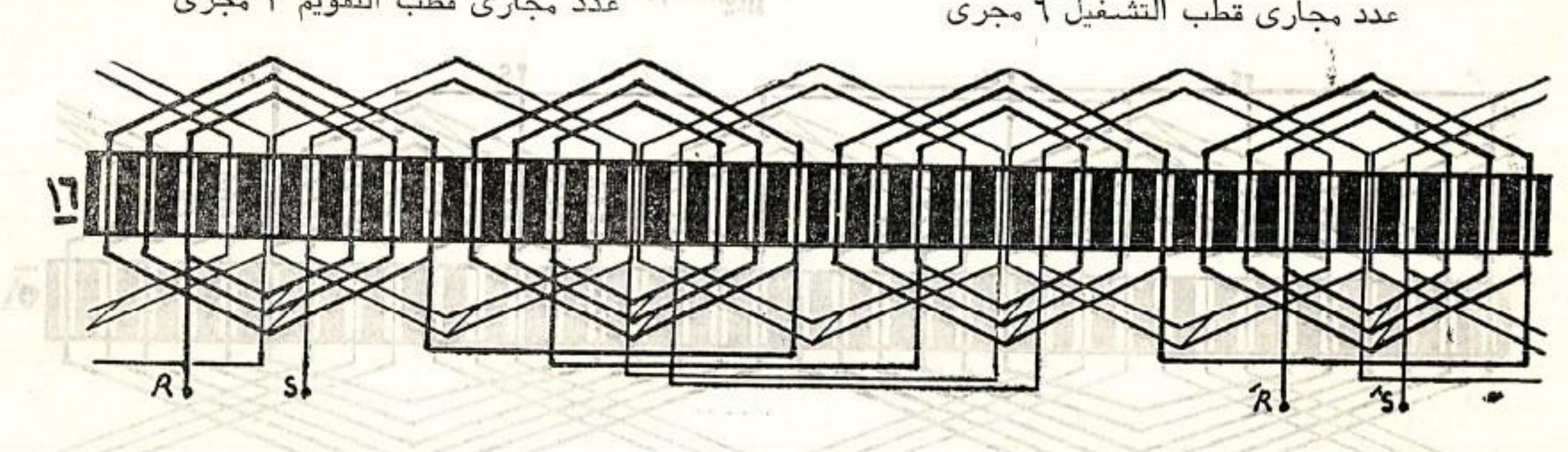
عدد مجارى قطب التشغيل = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى　　　عدد مجارى قطب التقويم = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

خطوة الملف الأصغر للتشغيل = عدد مجارى قطب التقويم + ٢

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٥ — ٧ — ٩) تشغيل (١ — ٨ — ١٠) تقويم على أساس الملف الكبير تقويم أنصاف والصغير كامل

عدد مجارى قطب التشغيل ٦ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم ٣ مجرى



التقسيم بطريقة القطب الكامل

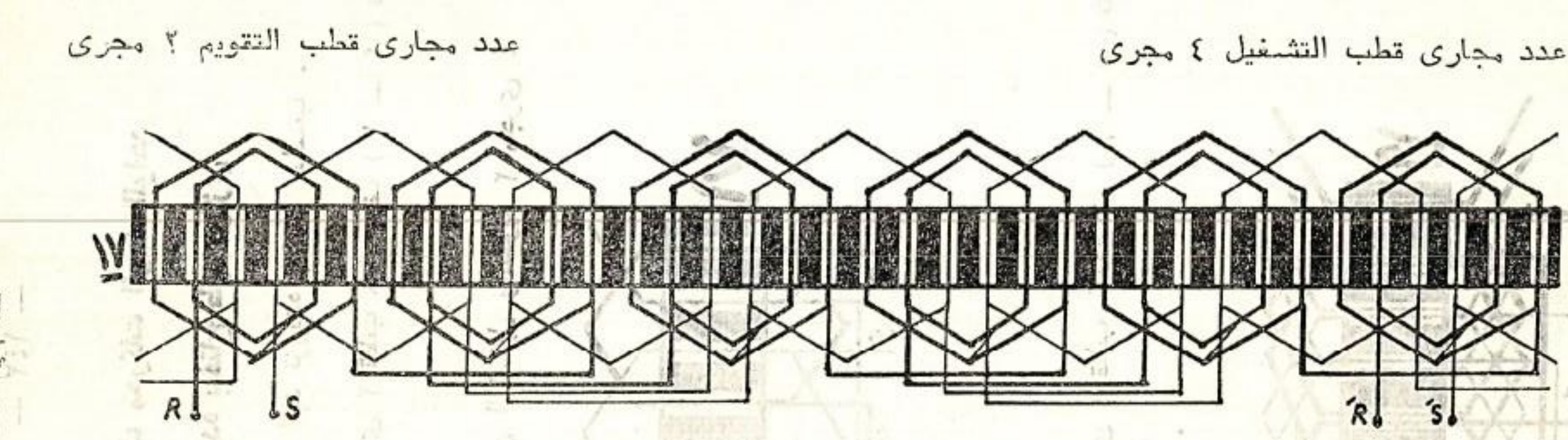
عدد مجارى القطب الكامل = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٩ × $\frac{١}{٣}$ = ٣ مجرى ∴ عدد مجارى قطب التشغيل = ٩ × $\frac{٢}{٣}$ = ٦

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) تشغيل (١ — ٦) تقويم

عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم ٢ مجرى



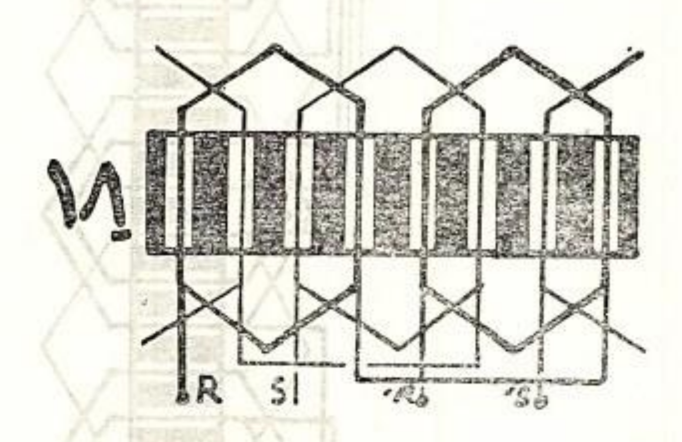
انفرادات لف محركات الوجه الواحد

الغير مزودة بمفتاح طرد مركزى

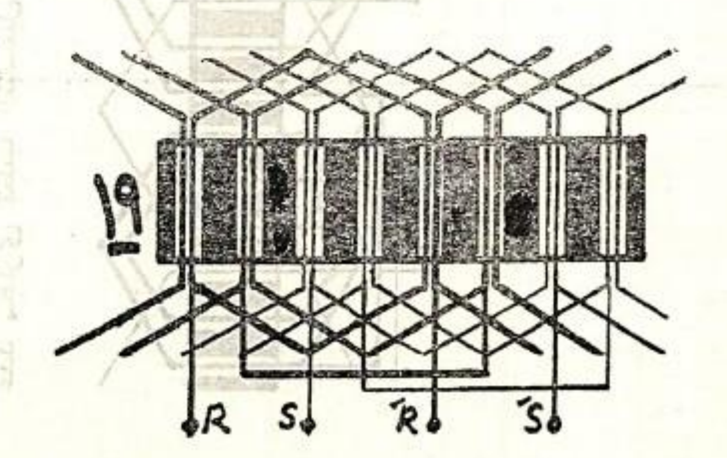
هذا النوع من المحركات لابد تزويده بمكثف مناسب .

محرك وجه واحد ٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٤) تشغيل وتقويم ثابتة جناحين .

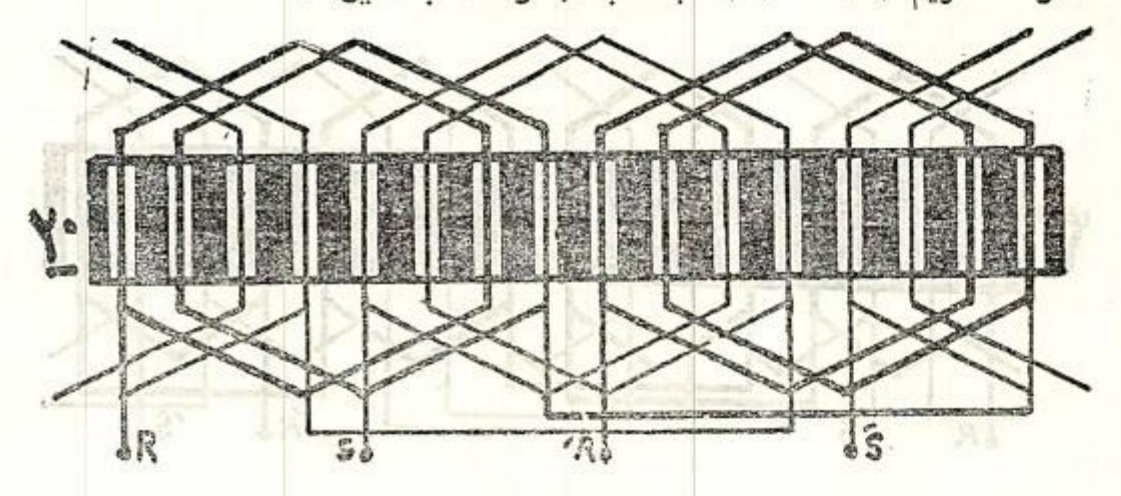
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٢ مجرى .



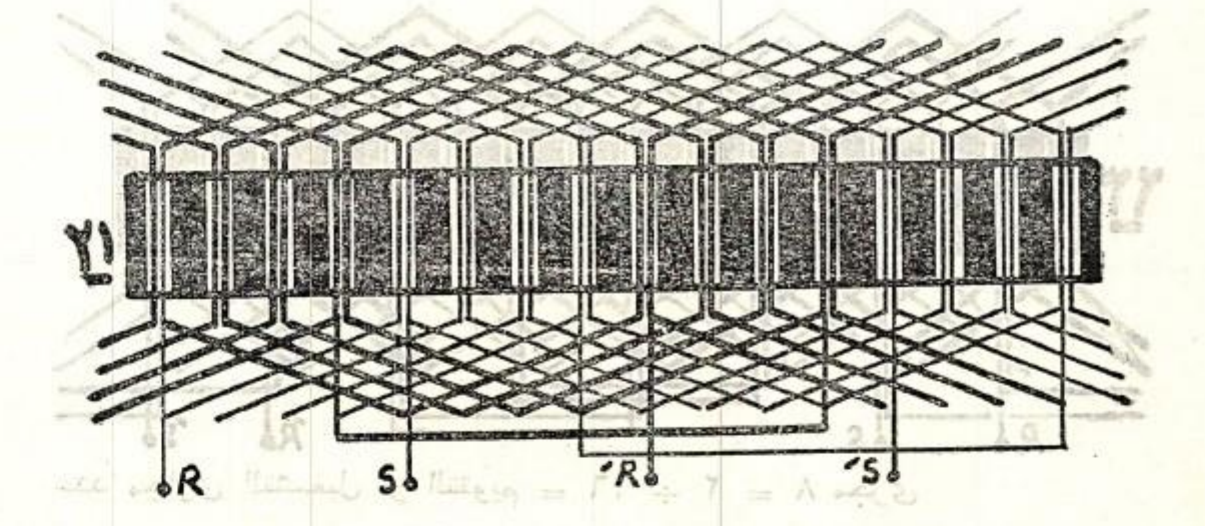
محرك وجه واحد ٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٥) تشغيل وتقويم ثابته جانبين فى المجرى .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٢ قطب خطوة التشغيل (١ — ٧) خطوة التقويم (١ — ٧) ثابتة جانب واحد جناحين .



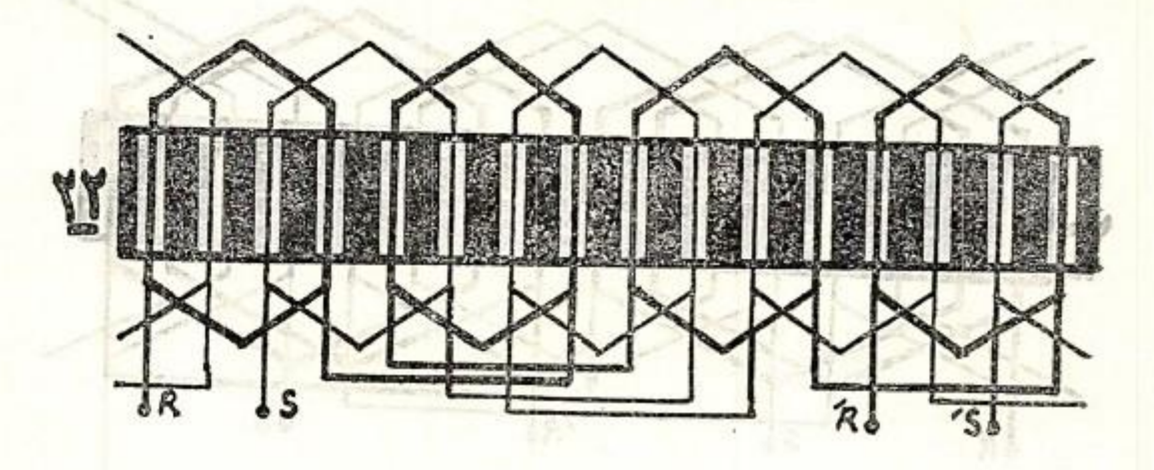
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف التشغيل والتقويم (١ — ٩) ثابتة جانبين فى المجرى .



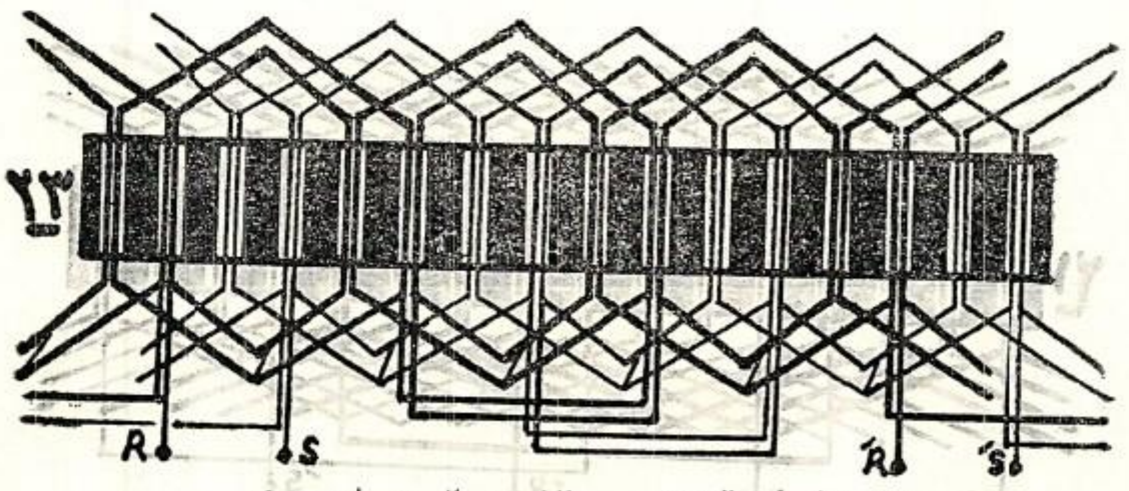
عدد مجارى التشغيل أو التقويم = ١٦ ÷ ٢ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل أو التقويم = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجرى

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ قطب خطـوة التشـــغيل والتقويم (١ — ٤) ثابتة جانب واحد جناحين .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ قطب خطـوة التشـــغيل والتقويم (١ — ٤ — ٦) متداخلة جانبين فى المجرى .



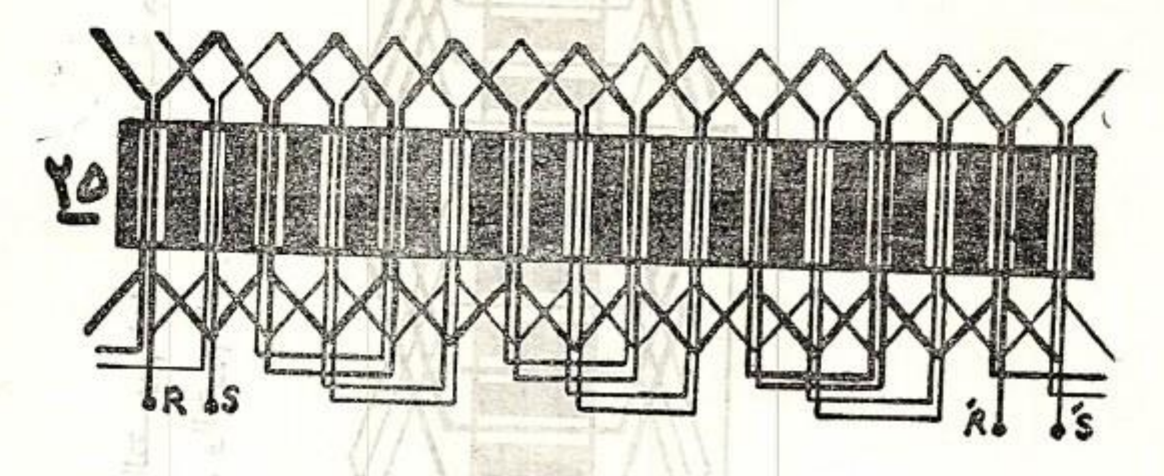
عدد مجارى التشغيل أو التقويم = ١٦ ÷ ٢ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل او التقويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

خطوة الملف الأصغر = عدد مجارى القطب + ٢ = ٢ + ٢ = ٤

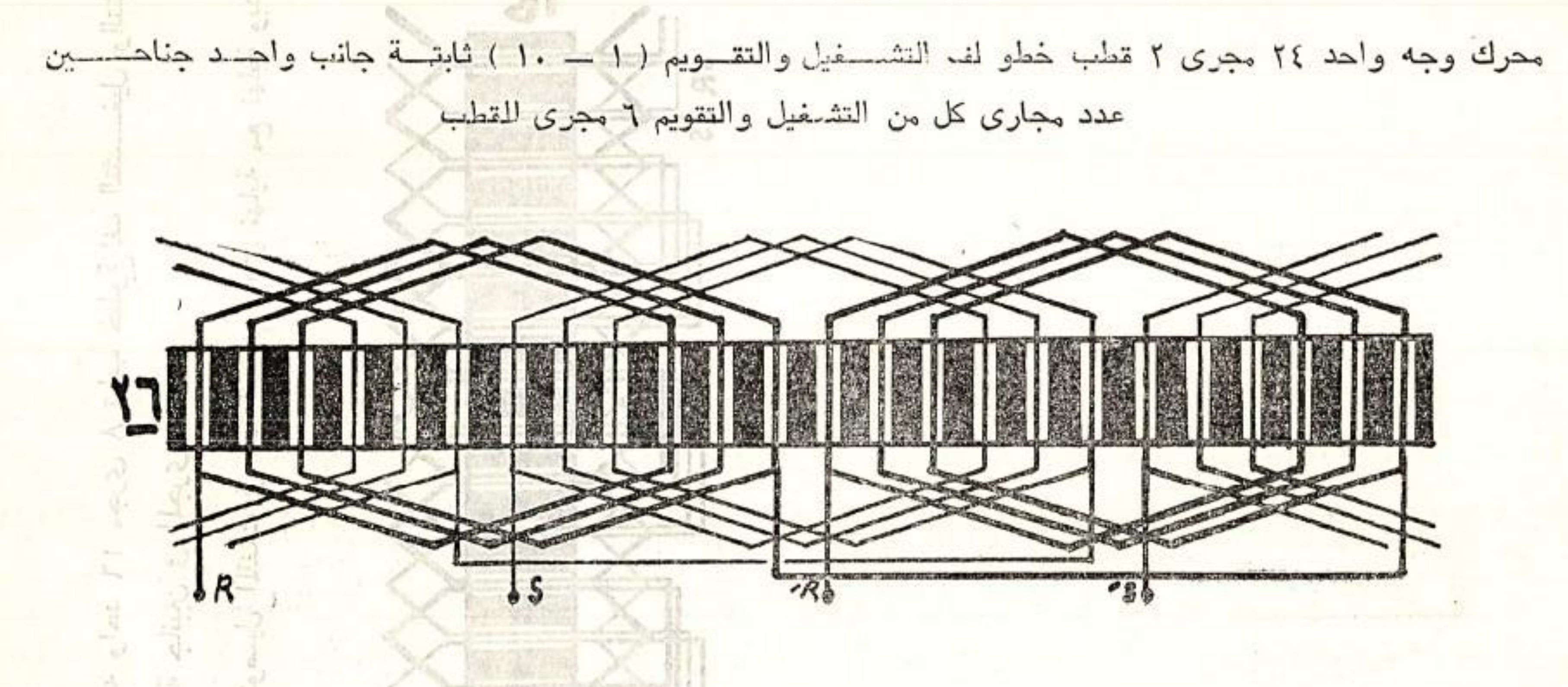
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٨ قطب خطوة لف التشـغيل والتقويم (١ ــ ٣) ثابتة جانبين فى المجرى .

لاحظ أن توصيل الملفات فى هذا الرسم عادى نهاية مع نهاية وبداية مع بداية .

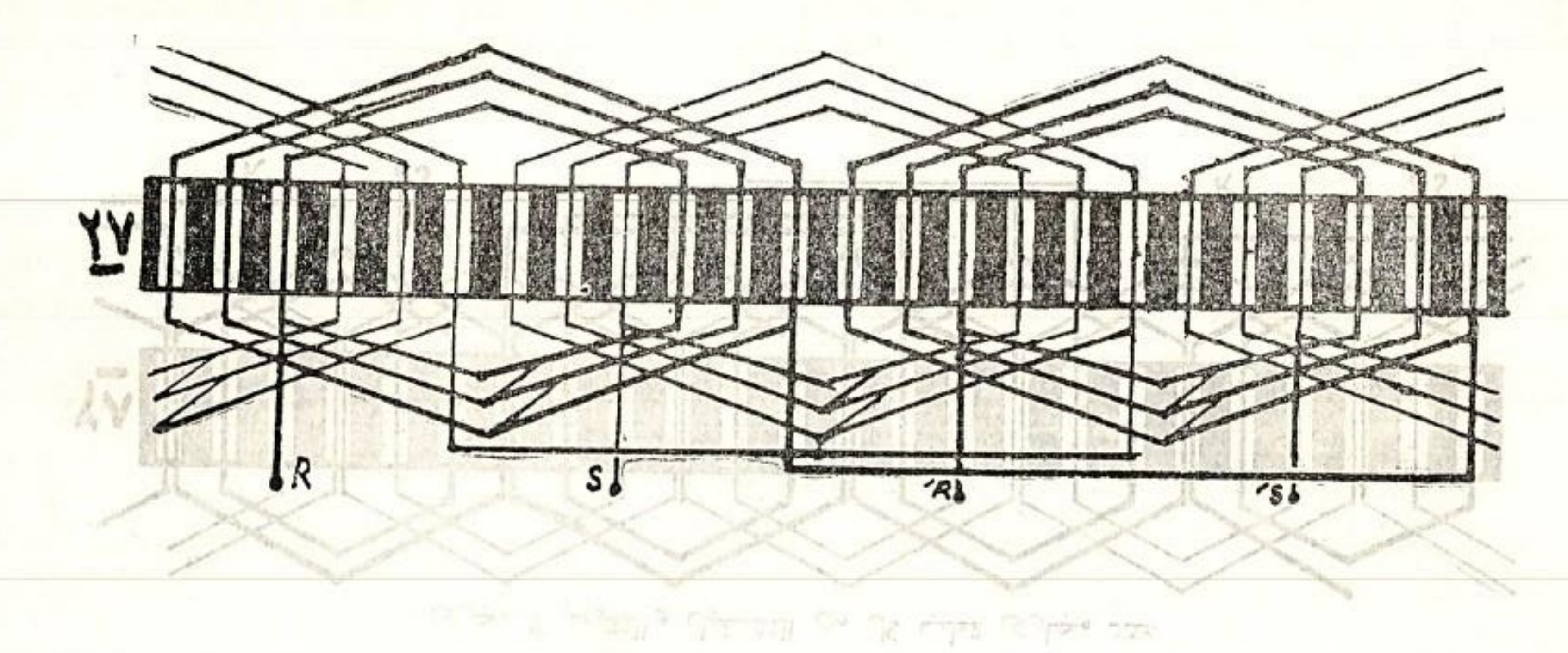


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطو لف التشغيل والتقويم (١ — ١٠) ثابتة جانب واحد جناحين

عدد مجارى كل من التشغيل والتقويم ٦ مجرى القطب



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٨ — ١٠ — ١٢) تشـــغيل وتقـــويم متداخلـــة جانب واحد فى المجرى ذا تالجنـــاحين



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب، خطوة لف (١ ـــ ٥ ـــ ٧) تشغيل وتقويم متداخلة ذات الجناحين على أساس الملف الأصغر كامل جانب واحد والملف الأكبر نصف جانبين فى المجرى

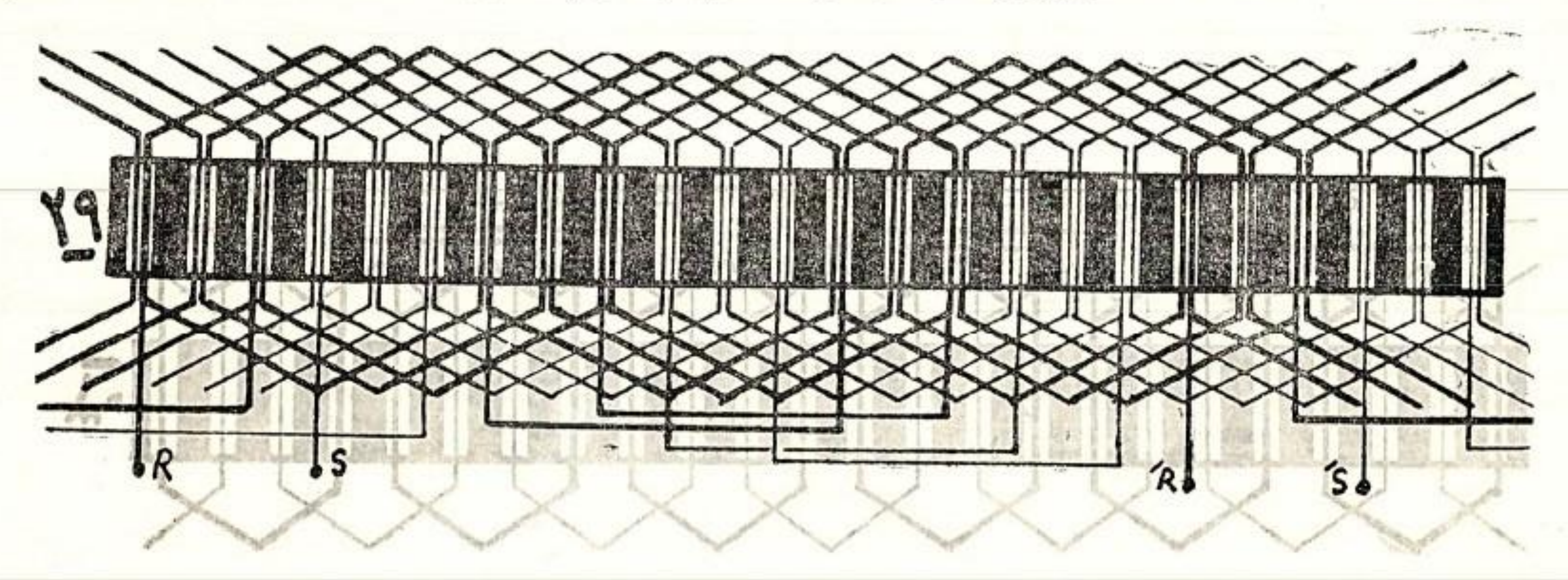
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٣ مجرى

٢٨

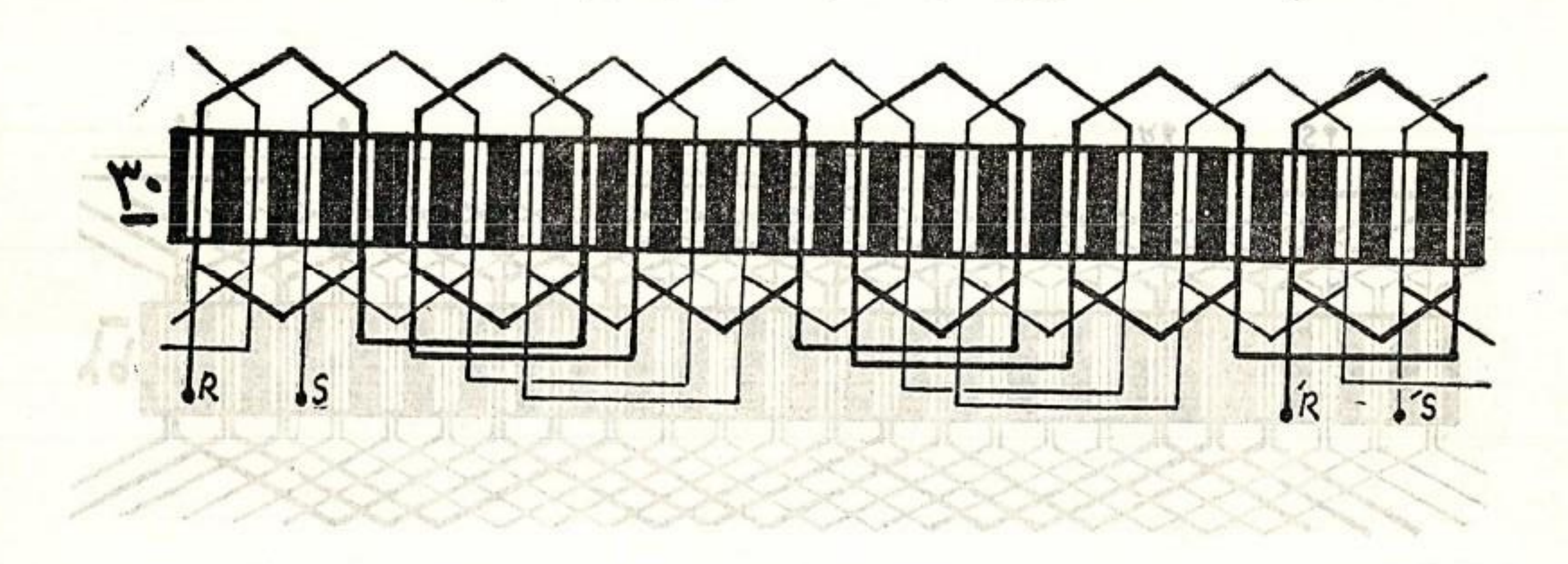
R S R' S'

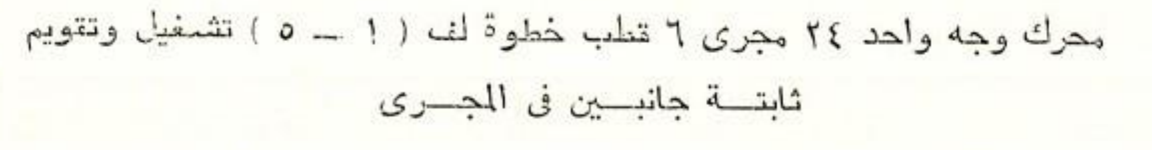
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٧) تشغيل وتقويم
ثابتة جانبين فى المجرى

عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٣ مجرى

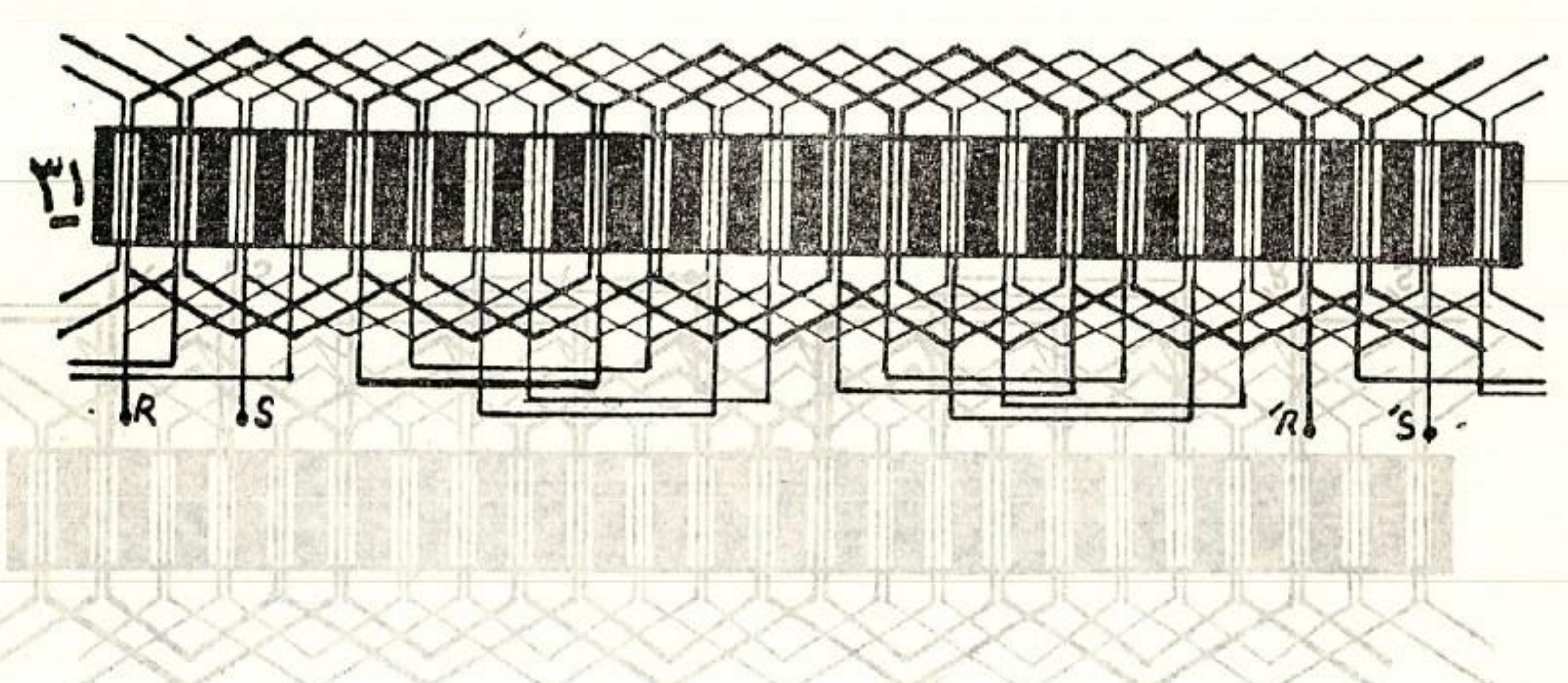


محرك وجه واحد ٢٤ مجـرى ٦ تطب خطوة لف (١ ـ ٤) تشـــغيل وتقويم
ثابتة جانب واحد فى المجرى ذات الجناحين
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٢ مجرى

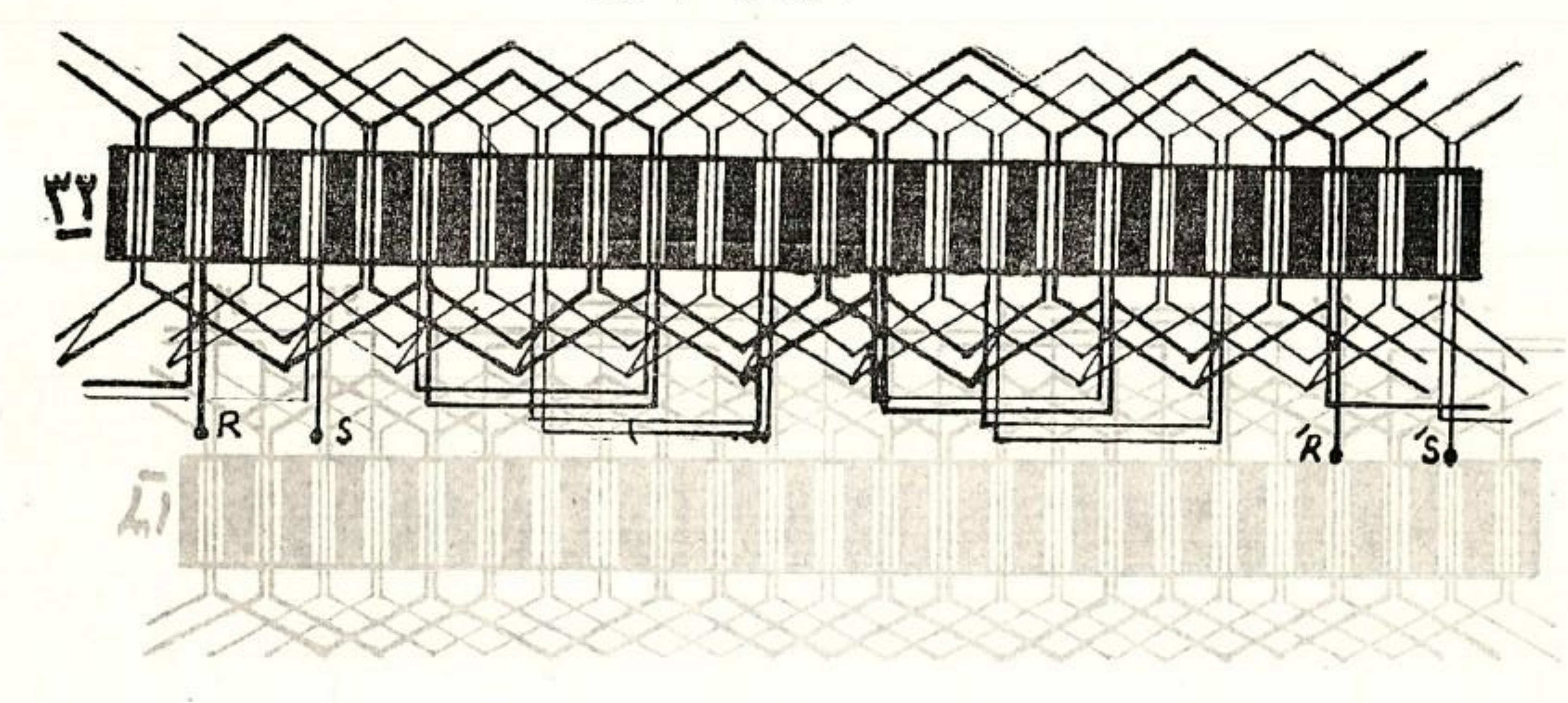




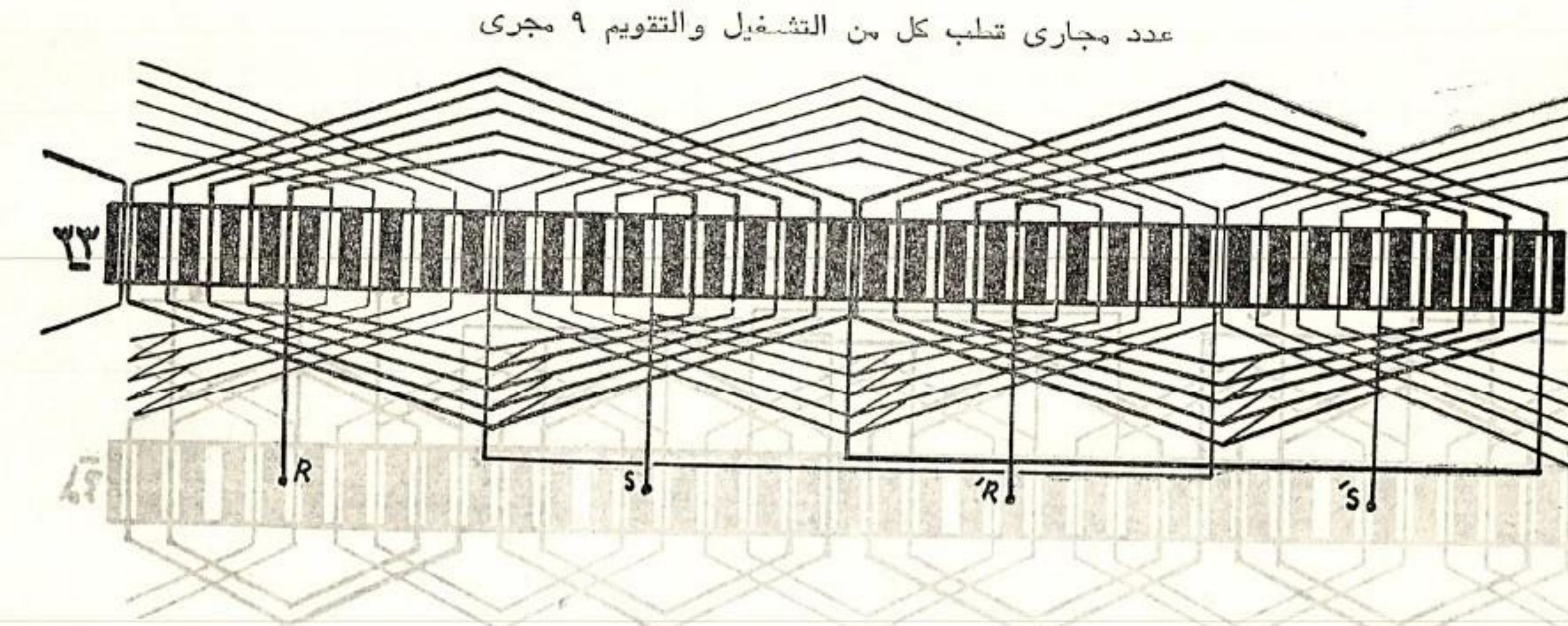
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ ـ ٥) تشغيل وتقويم
ثابتـــة جانبـــين فى المجـــرى



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ تطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) تشغيل وتقويم متداخــلة جانبين فى المجــرى

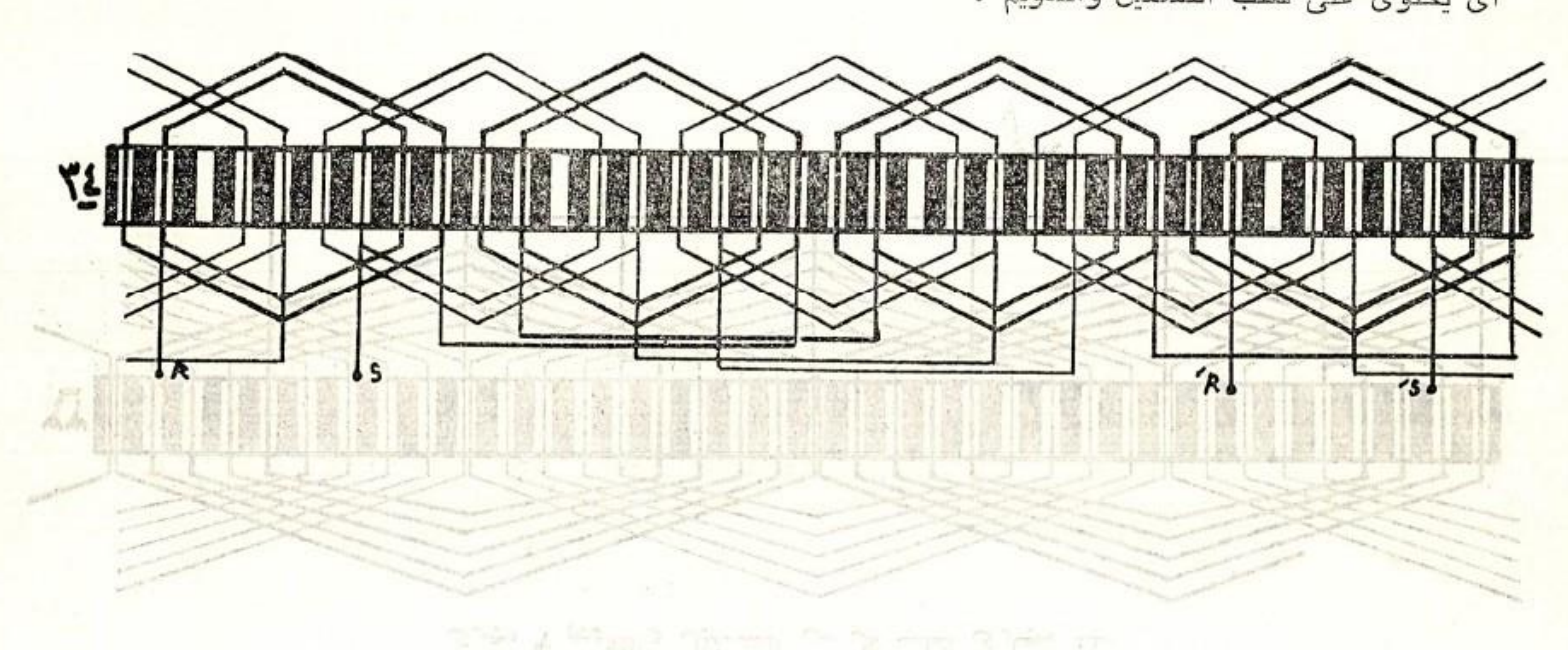


محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١١ — ١٣ — ١٥ — ١٧) تشغيل وتقويم
متداخلة جانب واحد ذات الجناحين والملف الأكبــر جانبــين فى الجــرى
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٩ مجرى

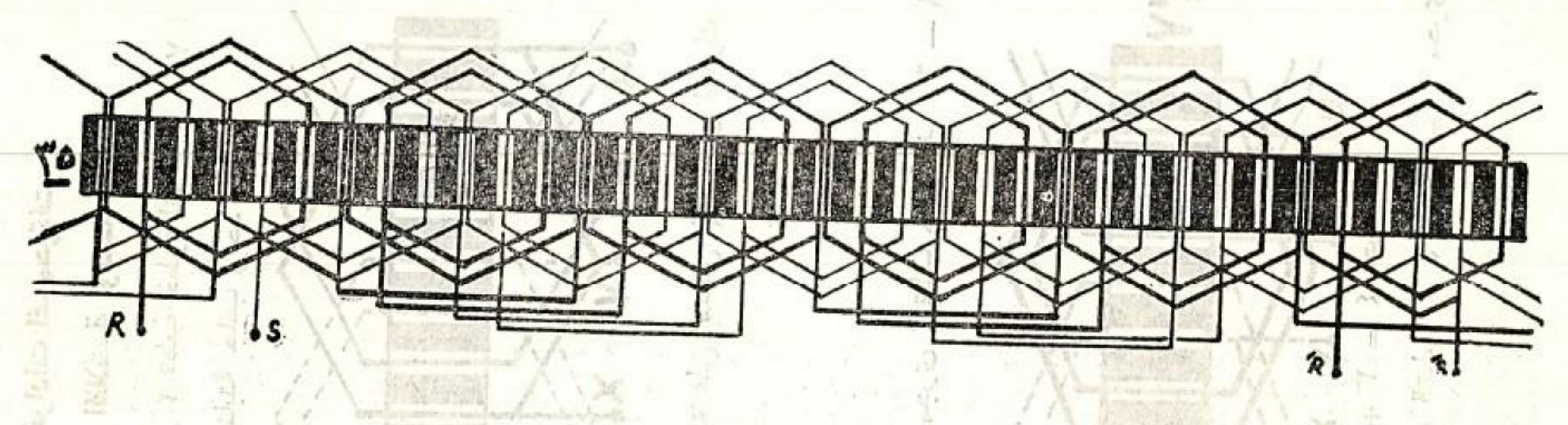


محــرك وجــه واحد ٣٦ مجرى ٤ قطب خطــوة لف (١ ـــ ٧ ـــ ٩) تشغيل وتقويم متداخلة جانب واحد
ذات الجناحين

فى هذا المحرك نفذ تقسيمه وتوزيع ملفاته كمحرك ٣٢ مجرى وذلك بترك عدد واحد مجرى خالية فى كل قطب كامل أى يحتوى على قطب التشغيل والتقويم .



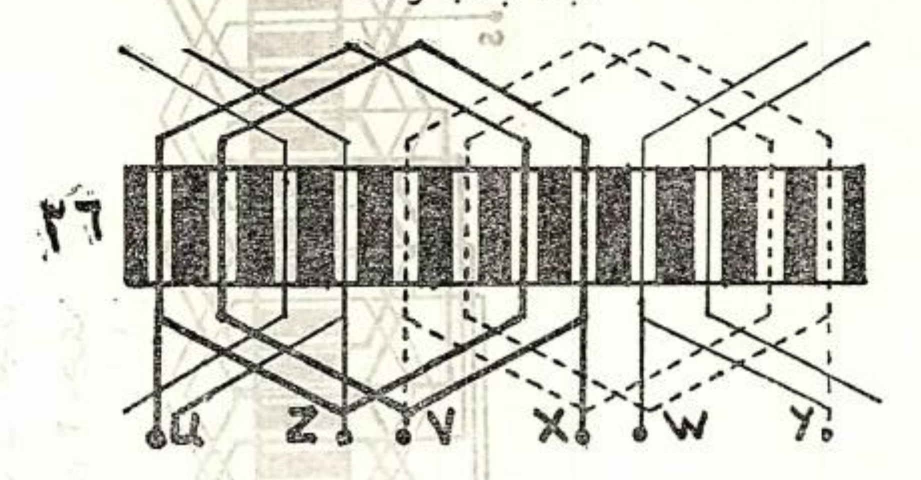
محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٥ — ٧) تشغيل وتقويم متداخلة جانب واحد
ذات الجناحين والملف الأكبر جانبين فى المجرى
عدد مجارى قطب التشغيل والتقويم ٣ مجرى



انفرادات لف محركات

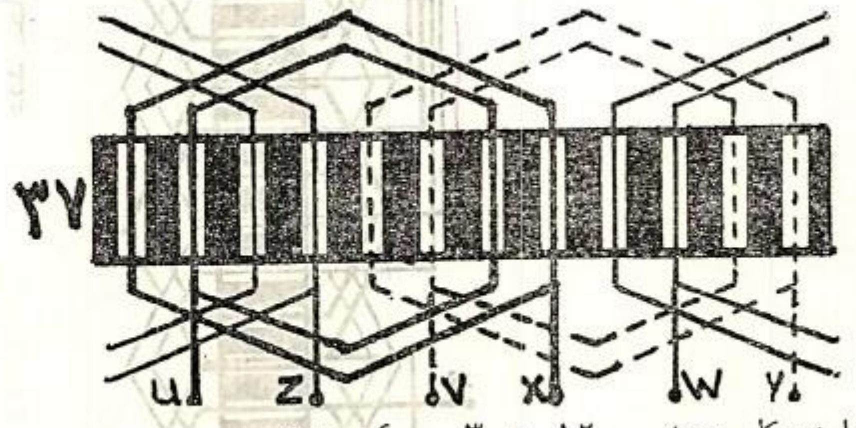
الثلاثـــة أوجـــه

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٧) قطبية + ١ ثابتة جانب واحد



بعد بدايات الأوجه على أساس ½ مجارى المحرك

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف (٦ — ٨)

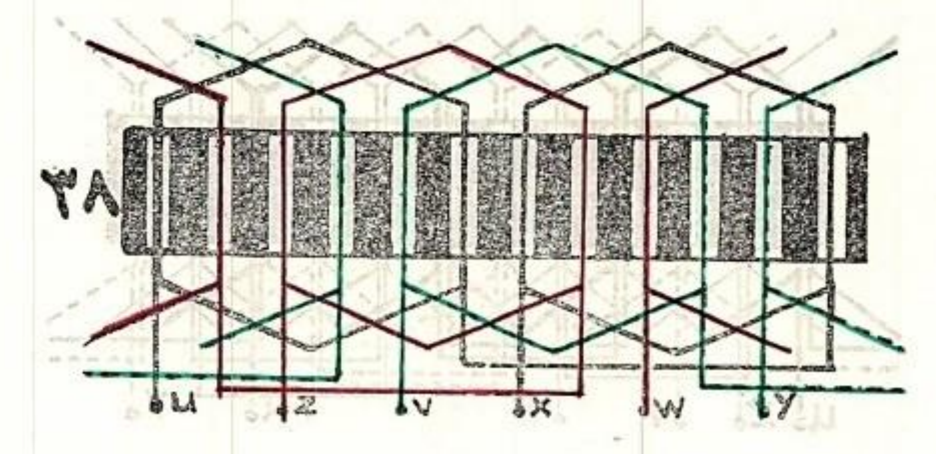


عدد مجارى كل وجه = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجرى

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٦)

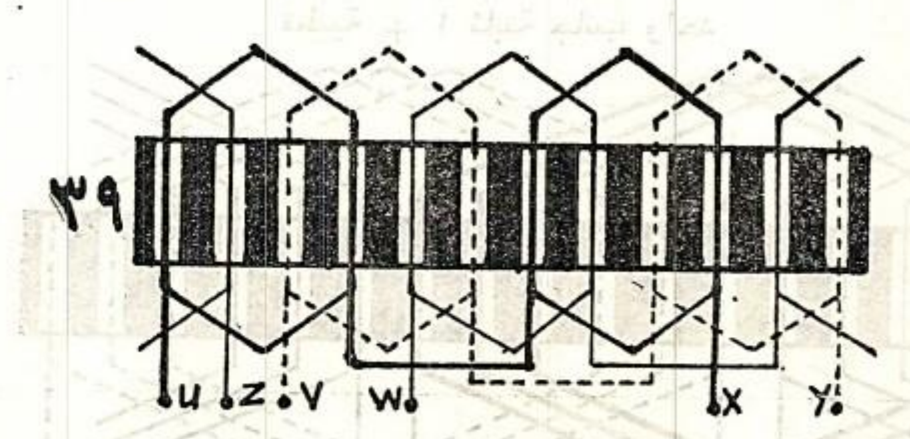
ثابتة جانب واحد ذات جناحين



استعمل فى لف المحرك : سلك ٣٥ر٠ مم وعـــدد لفـــات الملف من ١٨٠ — ٢٠٠ لفة جانب واحد ٢ قطب .

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤)

ثابته جانب واحد



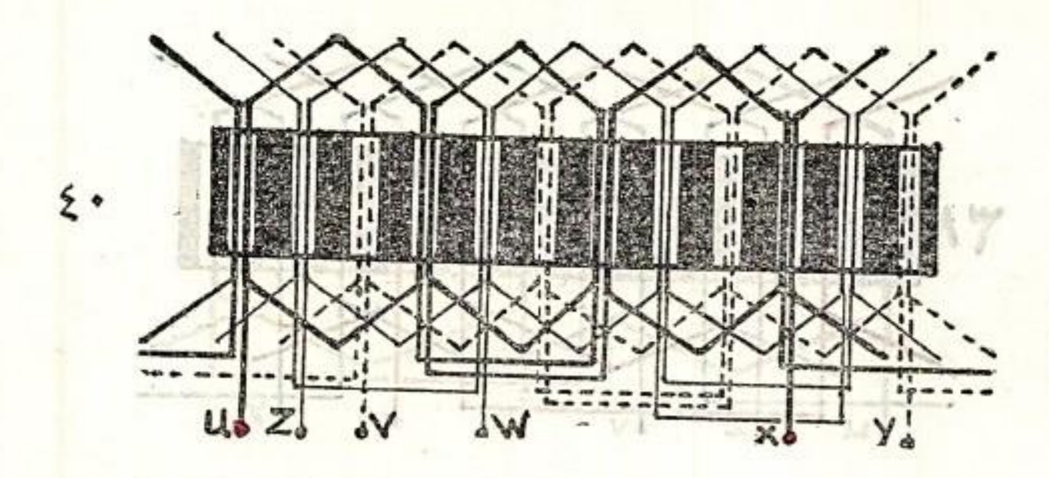
عدد مجارى القطب = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

يمكن تنفيذ بعد البدايات على أســاس $\frac{1}{2}$ مجارى المحرك مع تغيير توصيل المجموعات للوجه الثانى والثالث .

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤)

٤٠

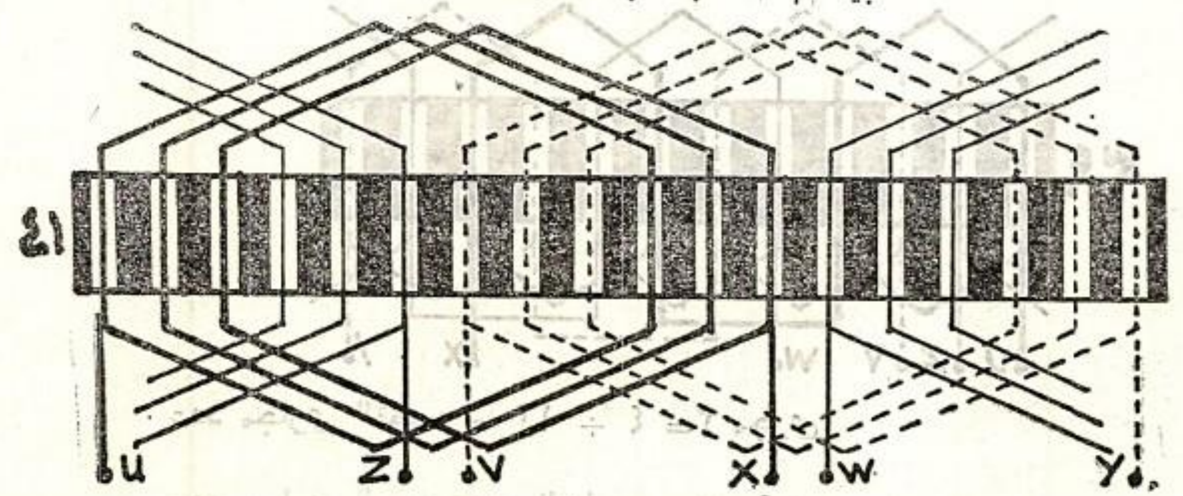


استعمل فى لف المحرك سلك ٢٥ر٠ مم وعدد لفات الملف جانبين فى المجرى الجانب من ١٧٠ — ١٨٠ لفة ٤ قطب ٠

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٠)

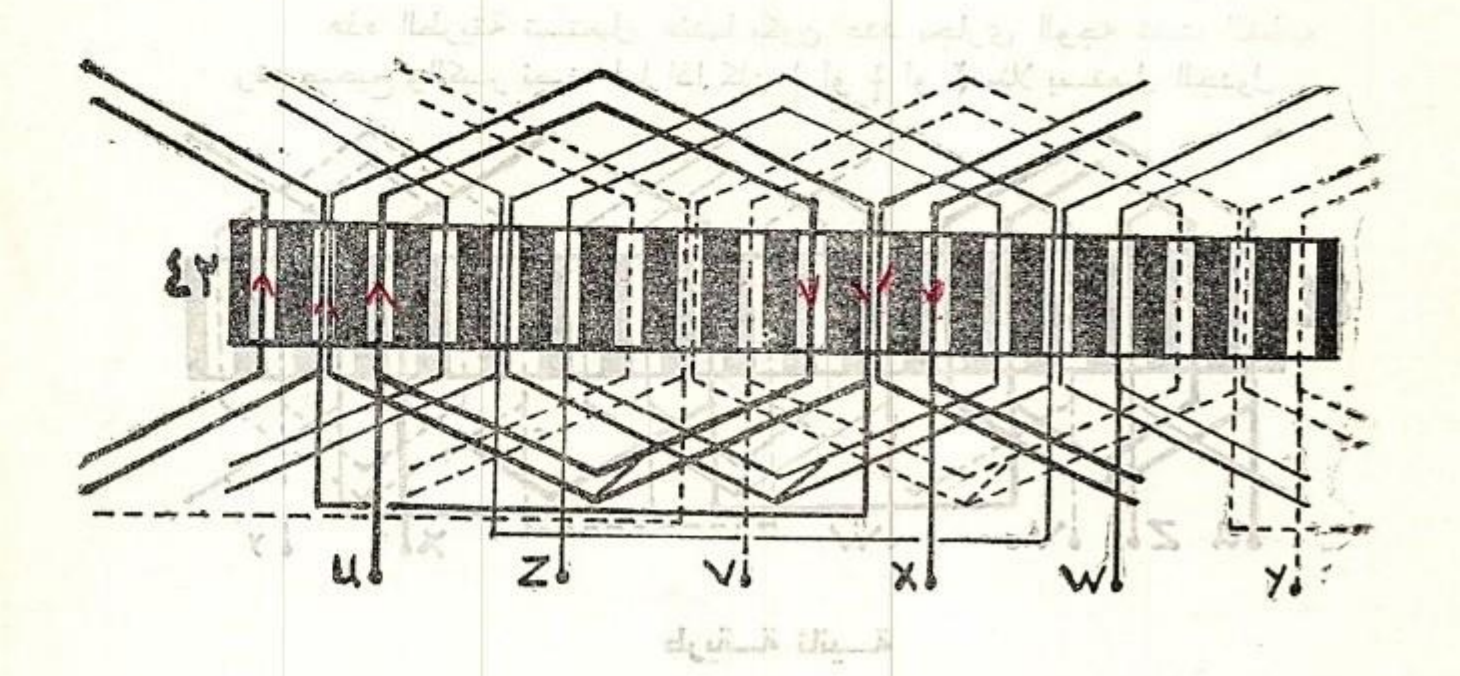
قطبية + ١ ثابتة جانب واحد

٤١



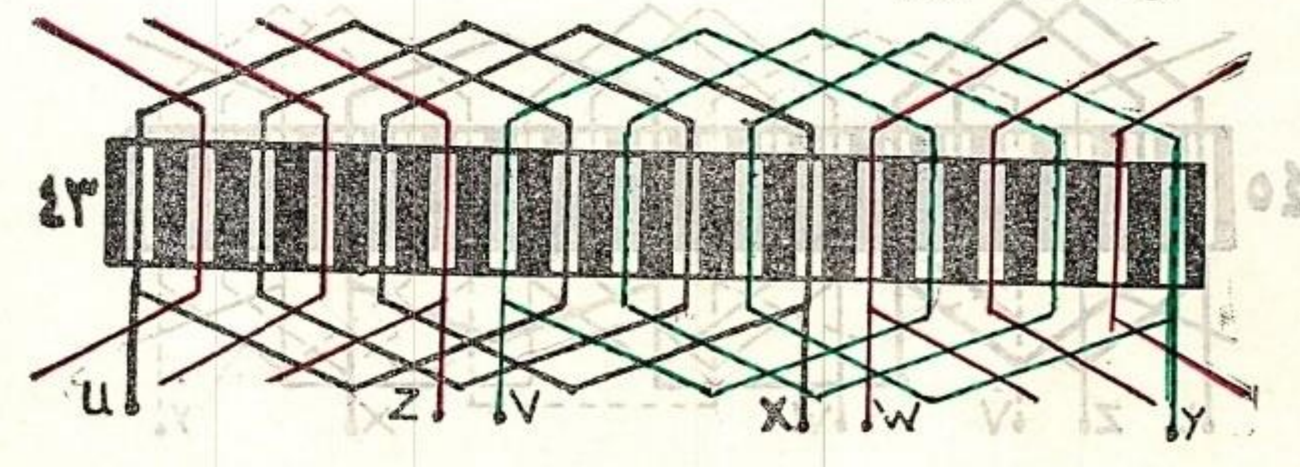
استعمل فى لف المحركات سلك ٣٥ر٠ مم لفات جانب واحد ١٣٠ لفة ٢ قطب

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (٨ — ١٠)
متداخلة جانب واحد مع مراعاة الملف الأكبر جانبين



محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٨)

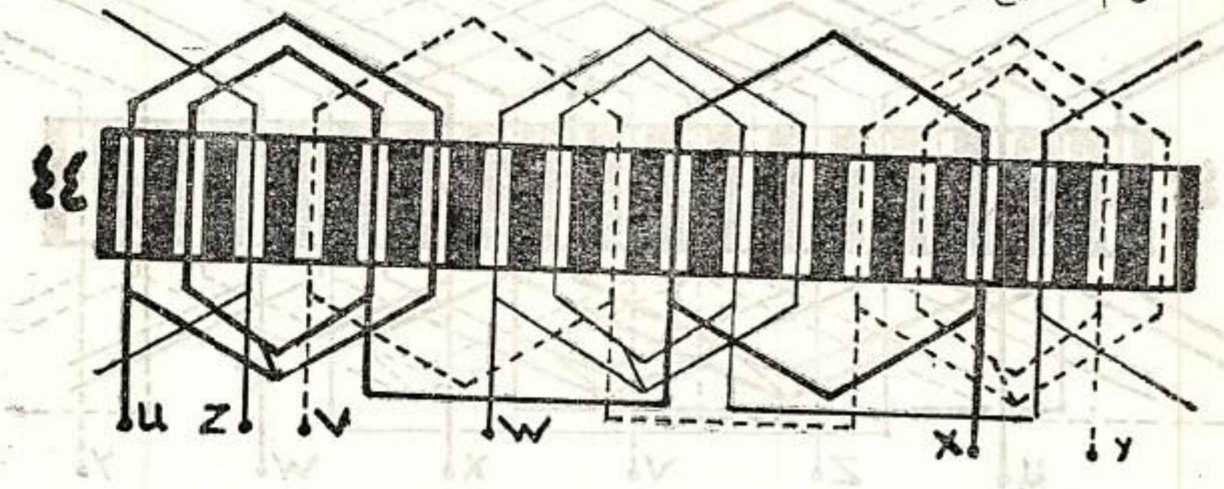
الخطوة ثابتة وقيمتها (عدد مجــارى القطب ــ ١) جانب واحــد وطريقة اسقاط الملفات هى أسقط ملف واترك مجرى ثم اسقط ملف مع مراعاة بداية كل وجه .



محرك شاذ له أكثر من طريقة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى خطوة لف على أساس
ملفين (٤ — ٦) وملف (١ — ٦) متداخلة جانب واحد

هذه الطريقة تستعمل عندما يكون عدد مجارى الوجه تحت القطب رقم صحيح والكسر نصف أما اذا كان ½ أو ¼ أو ¾ مثلا يستعمل الجدول .

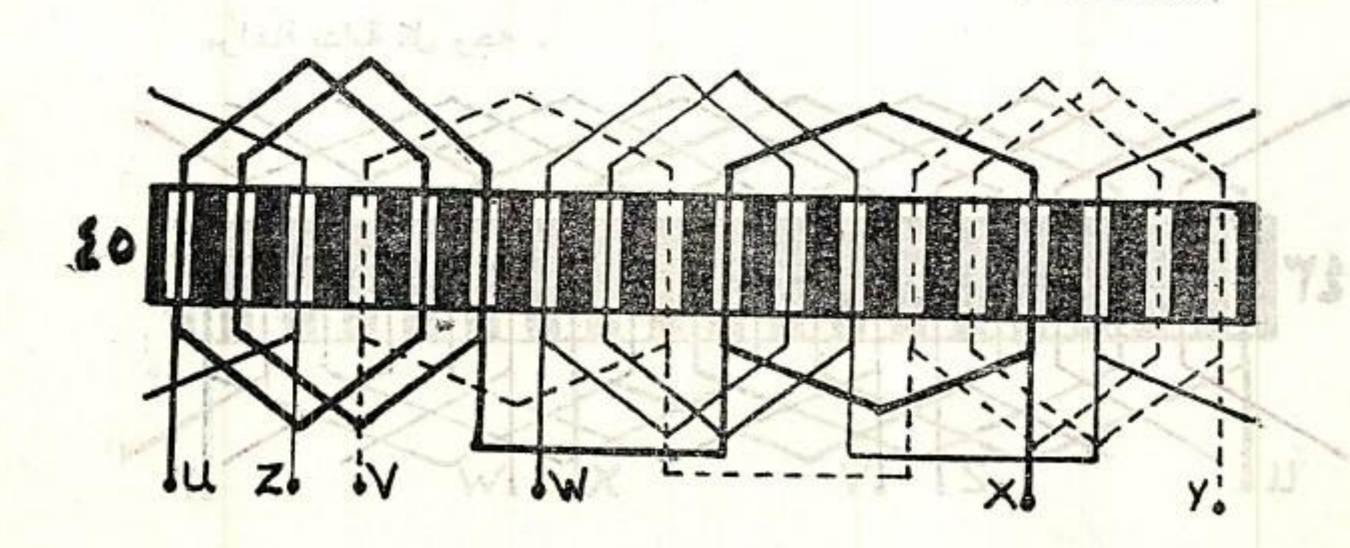


طريقـة ثانيـة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف على أساس

ملفين (١ — ٥) وملف (١ — ٦) ثابتة جانب واحد

هذه طريقة أخرى للف المحرك استعملنا فيها الخطوة الثابتة بدلا من المتداخلـة .

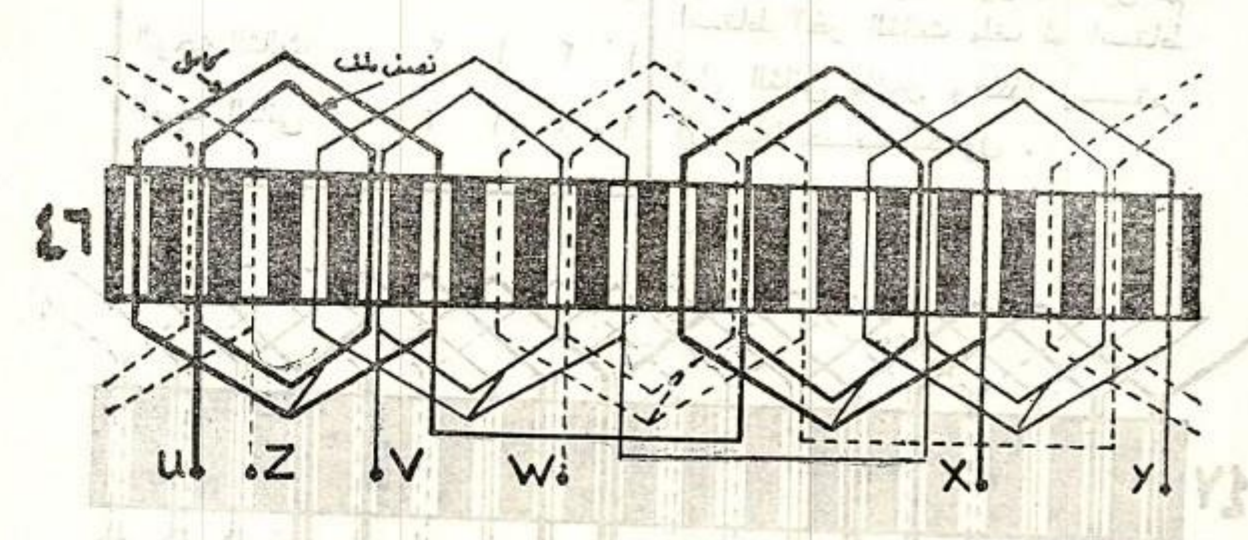


طريقــة ثالثــة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٤ — ٦)
متداخلة جانب وجانبين فى المجارى

استعملنا فى هذه الطريقة الخطوة المتداخلة ولكن بنوعية أخرى بحيث تكون المجموعتين لكل وجه عبارة عن ملفين وليس ملفين وملف كما سبق وتنفيذ هذه الطريقة يكون على أساس الملف الأصغر نصف ملف والملف الأكبر ملف كامل من حيث عدد اللفات امر الذى يترتب عليه تواجد جانب ملف فى مجرى وجانبين فى مجرى .

استعمل فى لف المحرك سلك ٢٥ر. مم لفات الملف جانب واحد ٢٥٠ لفة ٤ قطب مع مراعاة حالة الملف النصف فى هذه الطريقة من حيث عدد لفاته .



طريقــة رابعــة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٥)

ثابتة جانبين فى المجرى

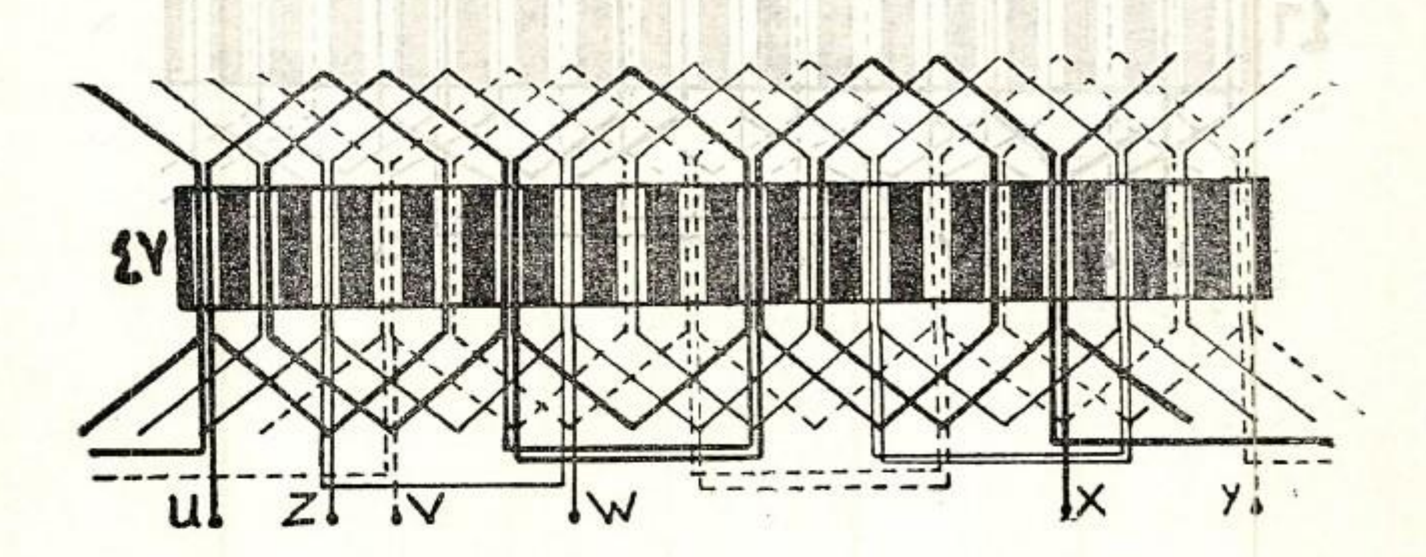
فى هذه الطريقة استعملنا الخطوة الثابتة ولكن اسقاط الملفات على أساس استعمال الجدول مع مراعاة ترتيب اوجه (الأول — آخر الثالث — أول الثانى) .

يعدل عدد ملفات الوجه تحت القطب من ١½ مجرى الى ٢ مجرى ثم واحد مجرى وعلى هذا يكون الترتيب كالآتى :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤
الوجه الأول	٢	١	٢	١
الوجه الثالث	٢	١	٢	١
الوجه الثانى	٢	١	٢	١

ترتيب الاسقاط

اســقاط أول الأول ملفــين ثم اسقاط آخر الثالث ملف ثم اسقاط أول الثانى ملفين وهكذا يســتمر الاسقاط حسب الجدول .

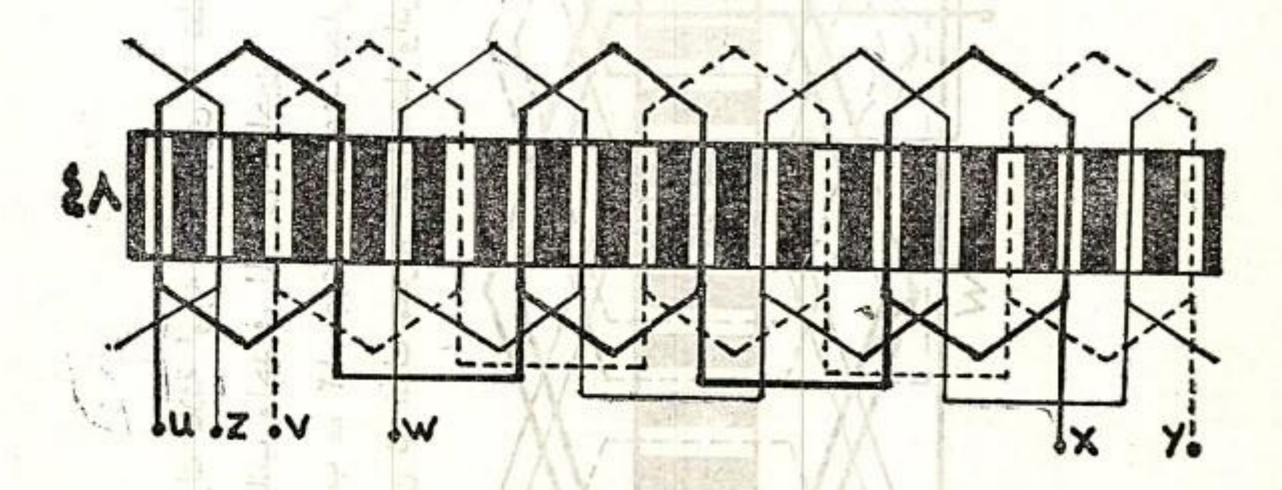


محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٤)
ثابتة جانب واحد

عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٦ = ٣ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

فى هذه الحالة عندما يكون عدد مجارى الوجه تحت القطب مجـــرى واحد لا يوجد اختيار لنوع الخطوة من حيث ثابته أو متداخله وعلى هذا يكون مقدار الجطوة هو عدد مجارى القطب + ١ = ٣ + ١ = ٤ ولكن يمكن أن تلف جانب أو جانبين فى المجرى ،

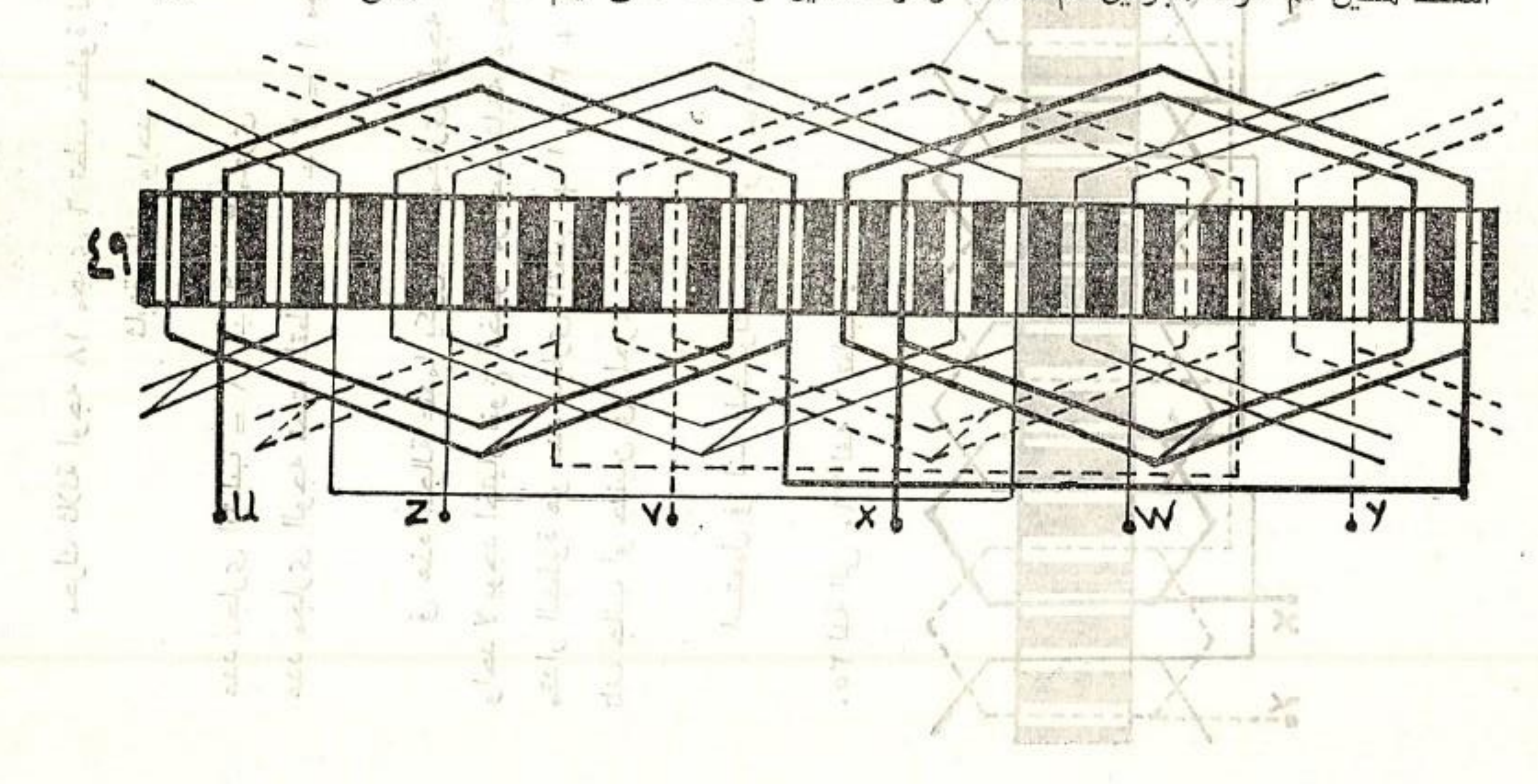
استعمل فى لف المحــرك سلك ٢ر٠ مم ولفات الملف جانب واحد من ٣٥٠ لفة الى ٣٦٠ لفه ٦ قطب .



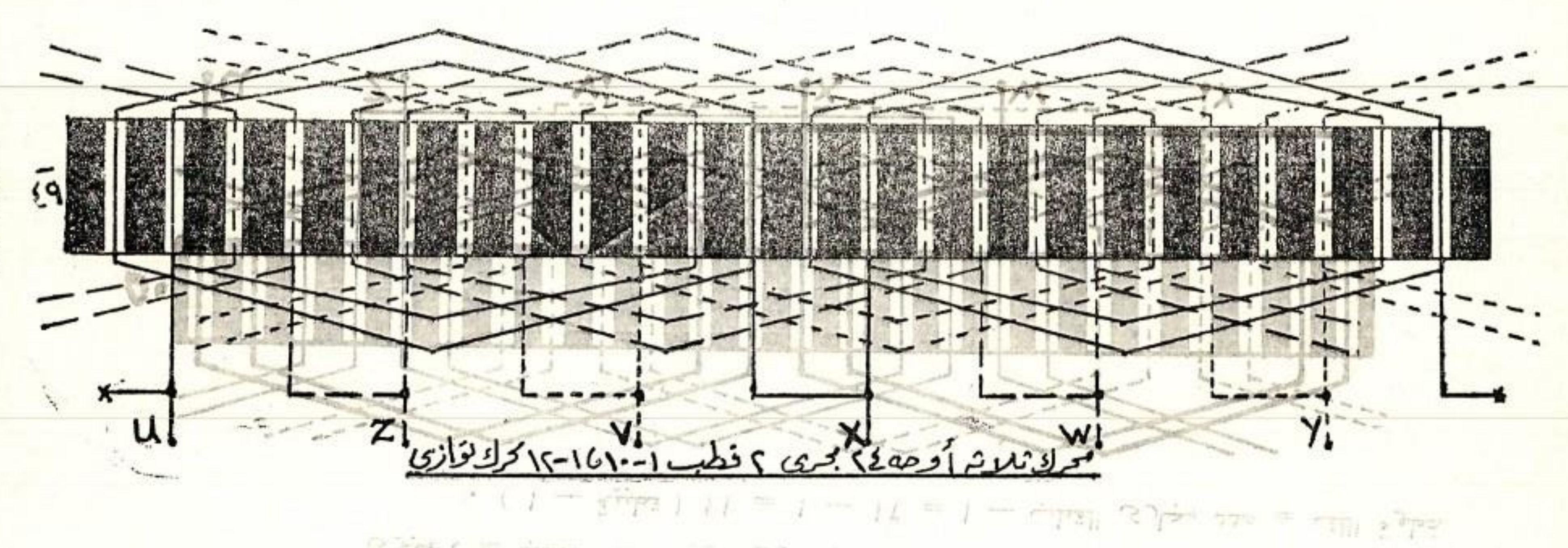
محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطب جطوة لف (١٠ — ١٢) بمتوسط ١١ أى قطبية — ١
متداخلة جانب واحد فى المجرى جناحين

عدد مجارى القطب = ١٢ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ مجرى .

اسقط ملفين ثم اترك مجرتين ثم اسقط واترك ملفين وهكذا حتى يتم اسقاط جميع الملفات للاوجه الثلاثة



محـــرك ثلاثة أوجـــه ٢٤ مجـــرى ٢ قطب خطـــوة (١ ــ ١٠ ، ١ ــ ١٢) متداخلة جانب واحد ولكن مجموعات كل وجه متصلة توازى نهاية المجموعة الأولى مع بداية الثانية ويخرج طرف يعتبر نهاية الوجه ثم توصل نهاية المجموعة الثانية مع بدايـــة المجموعة الأولى وتخرج طرف يعتبـــر بداية الوجـــه وهذا المحرك يوصل نجمة .

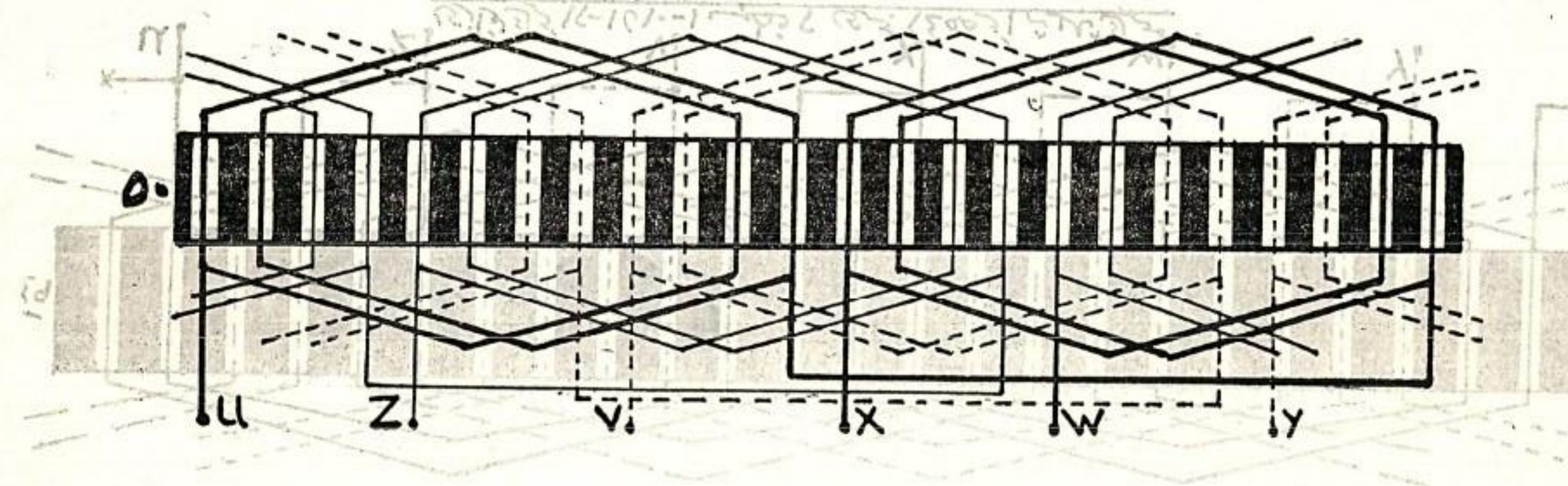


محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطب ١-١٠، ١-١٢ محرك توازى

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجـرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١١) ثابتة جـانب واحـد ذات جنـاحين

عدد مجارى القطب = ١٢ مجرى   عدد مجـارى الوجه تحت القطب = ٤ مجرى

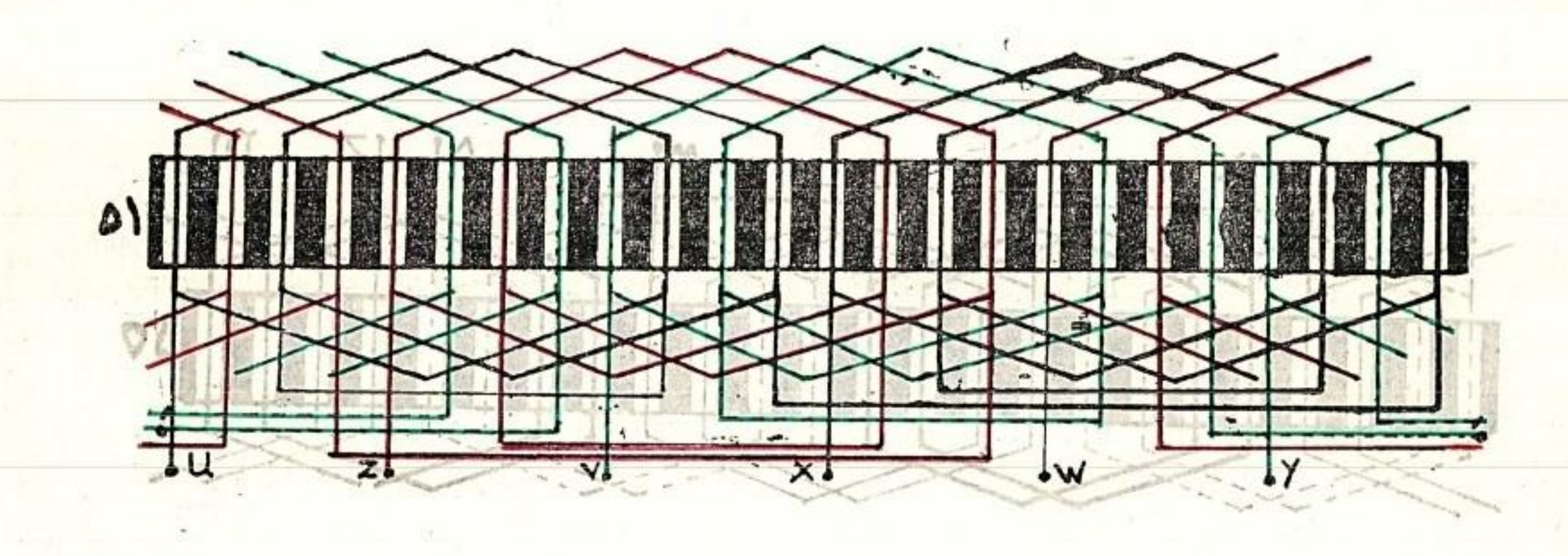
خطوة اللف = عدد مجارى القطب — ١ = ١٢ — ١ = ١١ (قطبية — ١) .



محرك ثلاثة أوجــه ٢٤ مجــرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٠) ثابتة جانب واحد جناحين بطريقة أخــرى

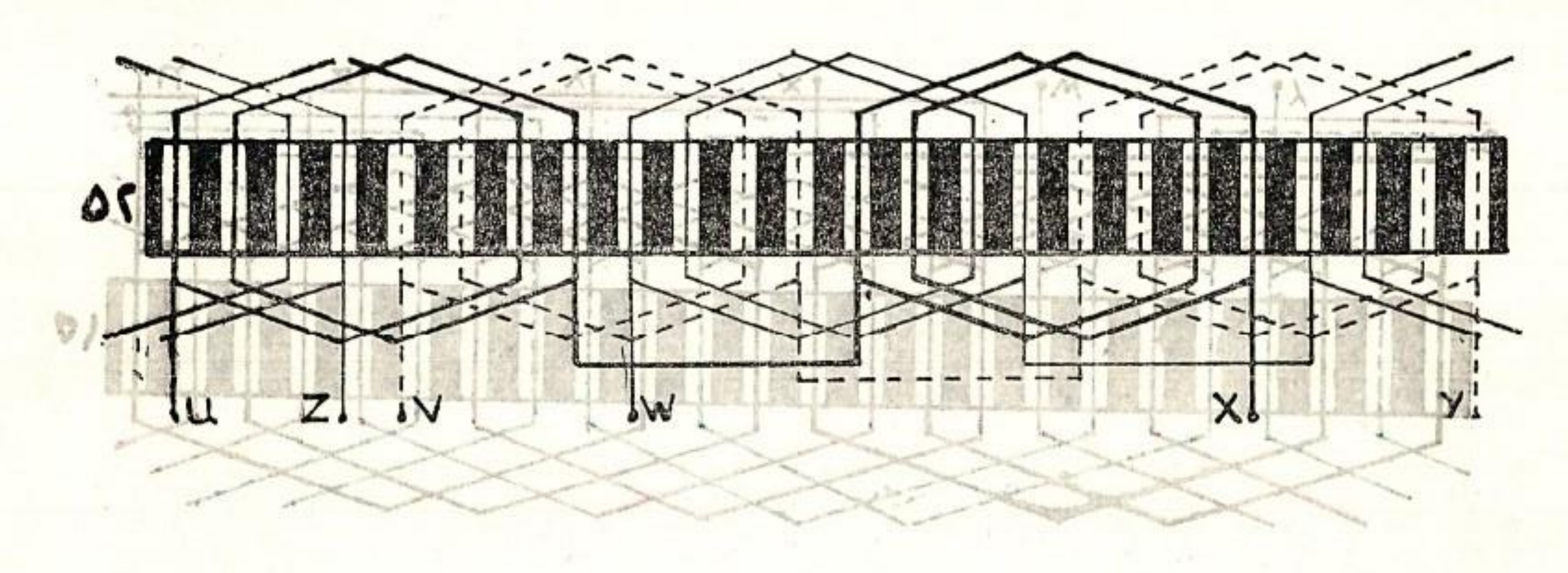
عدد مجــارى القطب = ١٢ مجــرى الخطوة = ١٢ — ٢ = ١٠ (قطبية — ٢) .

فى هذه الطريقة اسقاط مجموعة ملفات الوجه عــلى أساس ملف وترك مجرى ثم اسقاط ملف وهكذا فى الأوجــه الثلاثــة .

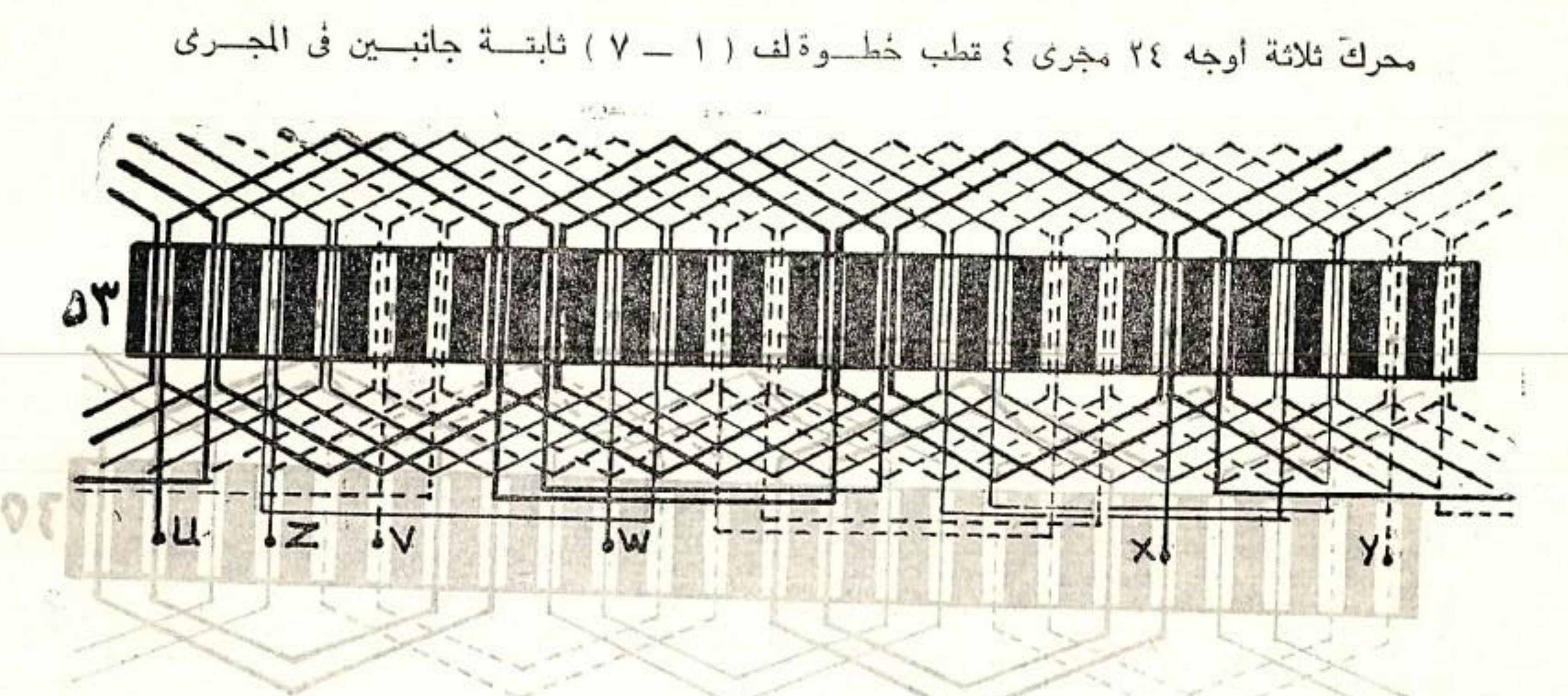


محـــرك ثلاثـــة أوجـــه ٢٤ مجـــرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٧) ثابتة جـــانب واحد

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ خطوة اللف = ٦ + ١ = ٧



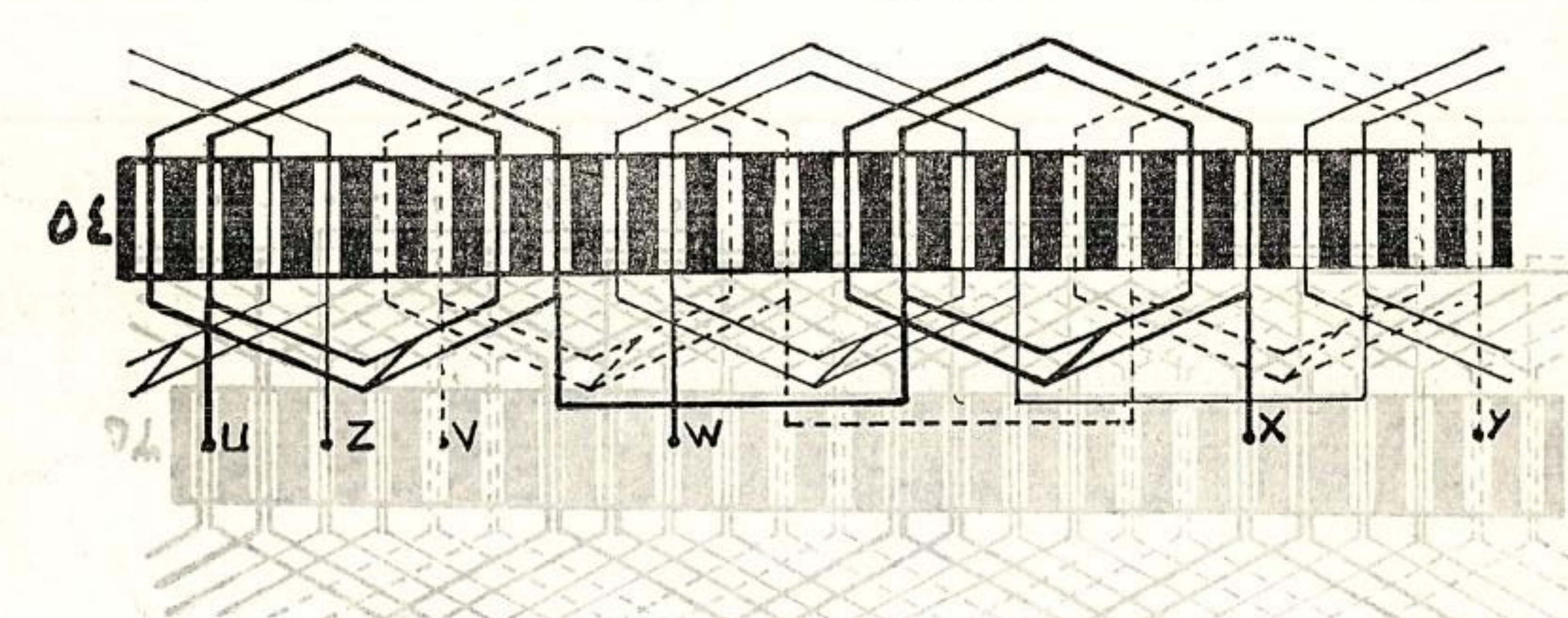
محركَ ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب خطـوة لف (١ ــ ٧) ثابتــة جانبـين فى المجـرى



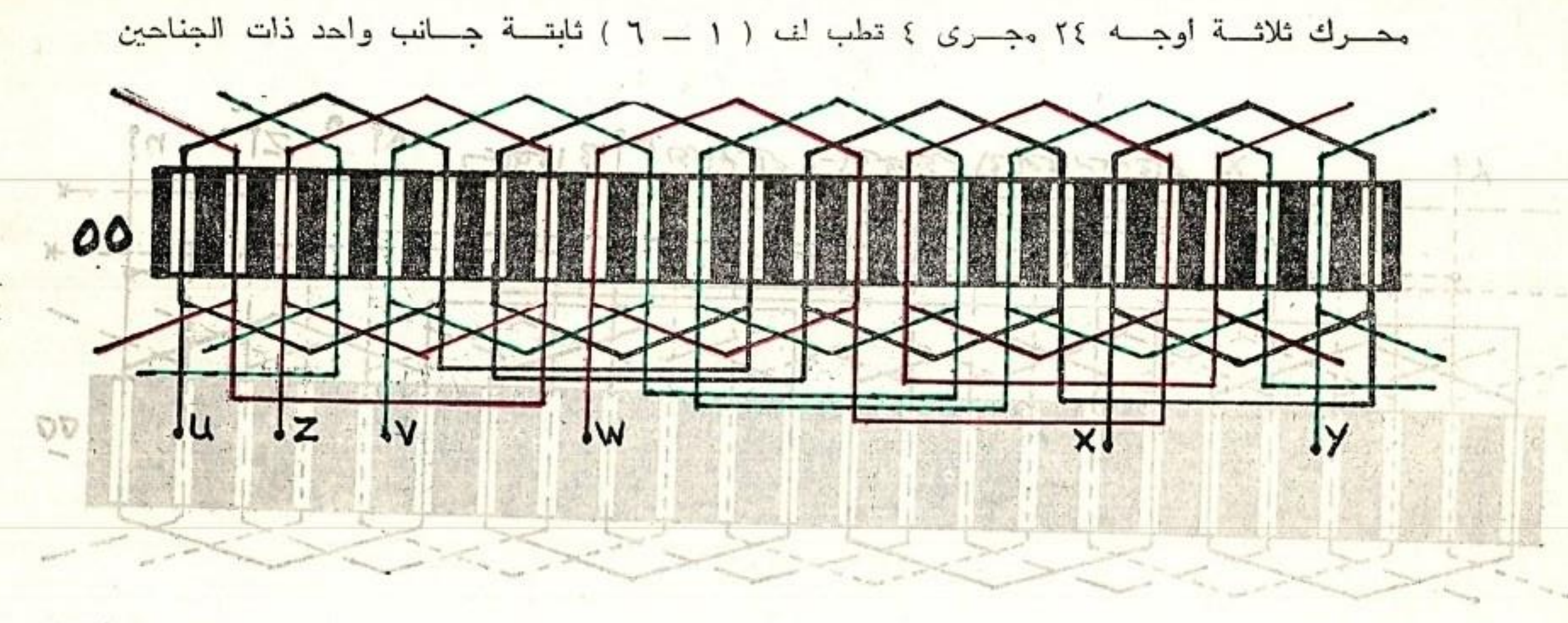
محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٦ — ٨) متداخلة جانب واحد

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

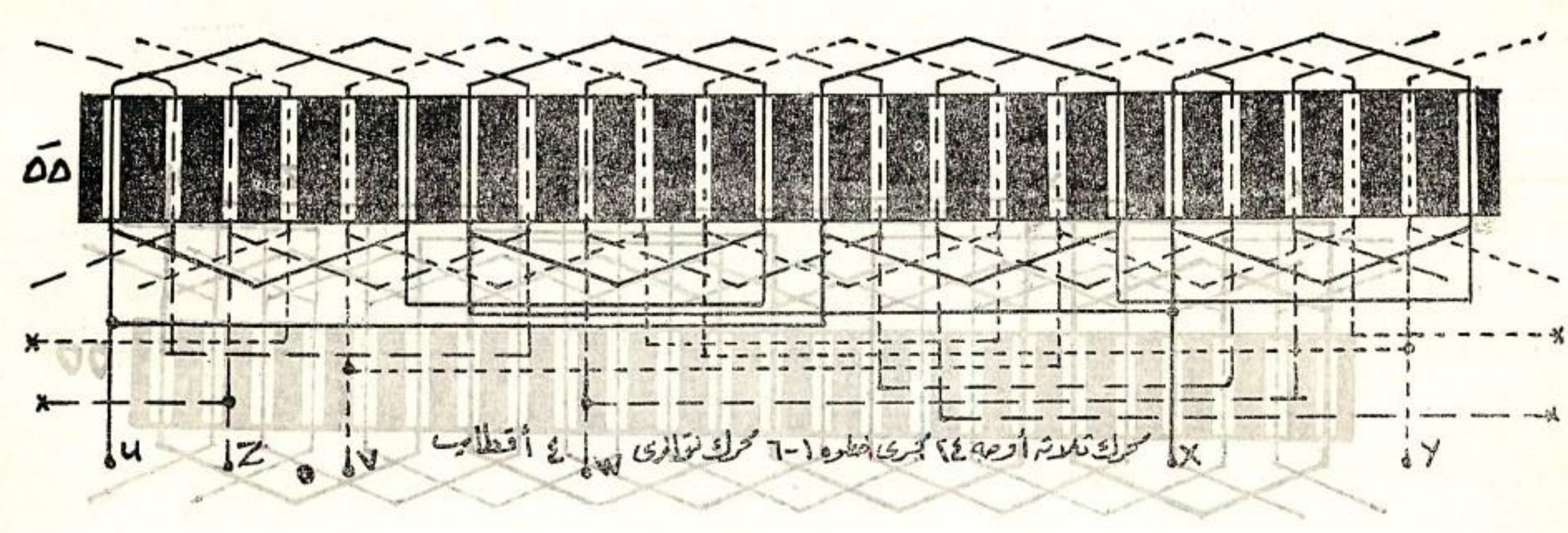
خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢) + ٢ = (٢ × ٢) + ٢ = ٦



محـــرك ثلاثـــة أوجـــه ٢٤ مجـــرى ٤ قطب لف (١ ـــ ٦) ثابتـــة جـــانب واحد ذات الجناحين



محركَ ثلاثــة أوجــه ٢٤ مجــرى ٤ قطب جــانب واحد توازى خطوه ثابتة ١ ــ ٦ توصيل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية الثانية وتوصيل نهاية الثالثــة مع نهايــة الرابعة ثم توصيل بداية الثانية مع بداية الرابعــة وخرج طرف نهاية الوجه وتوصيل بداية الثالثة مع بدايــة الأولى ويخرج طرف بداية الوجــه .



محـــرك شـــاذ

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجـــرى
٦ قطب خطوة (١ ــ ٥) .
عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٦
= ٤ مجرى .
∴ الخطوة = ١ ــ ٥
عدد مجارى الوجه تحت القطب =
٤ ÷ ٣ = ١ $\frac{1}{3}$ مجـــرى .
نظرا لأن الكسر خـــلاف نصـــف
لابد من استعمال الجدول مع مراعاة
بداية كل وجه .

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الأول	٢	٢	١	١	١	١
الوجه الثالث	٢	٢	١	١	١	١
الوجهه الثانى	١	١	١	٢	٢	١

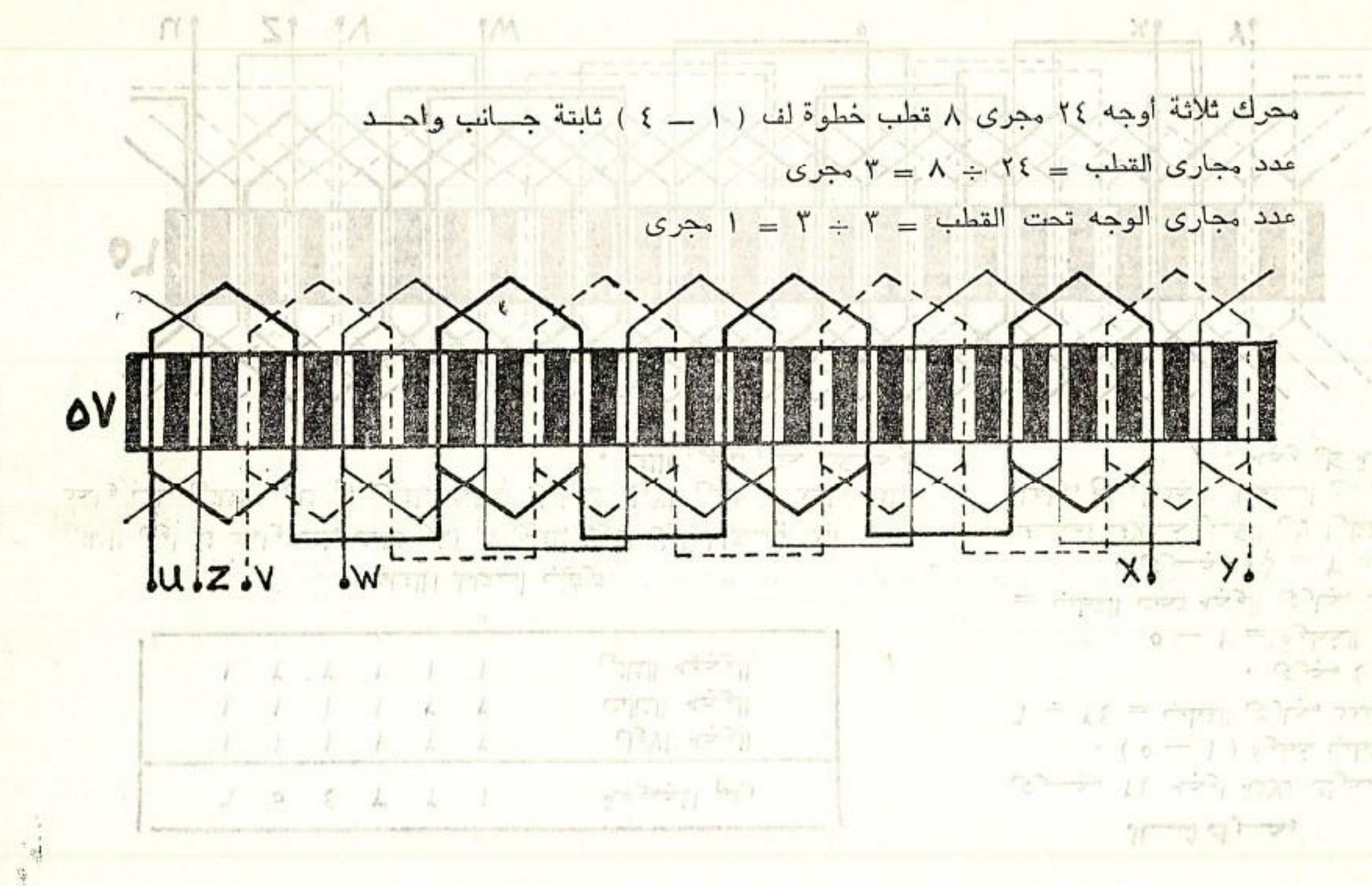
ترتيب اسقاط الملفات

ابدا باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر ثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملف واحد ثم ثانى الأول ثم أول الثالث ملفين ثم ثانى الثانى ملف واحد وهـــكذا حتى ينتهى اللف .

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة لف (١ — ٤) ثابتة جـانب واحـد

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٨ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

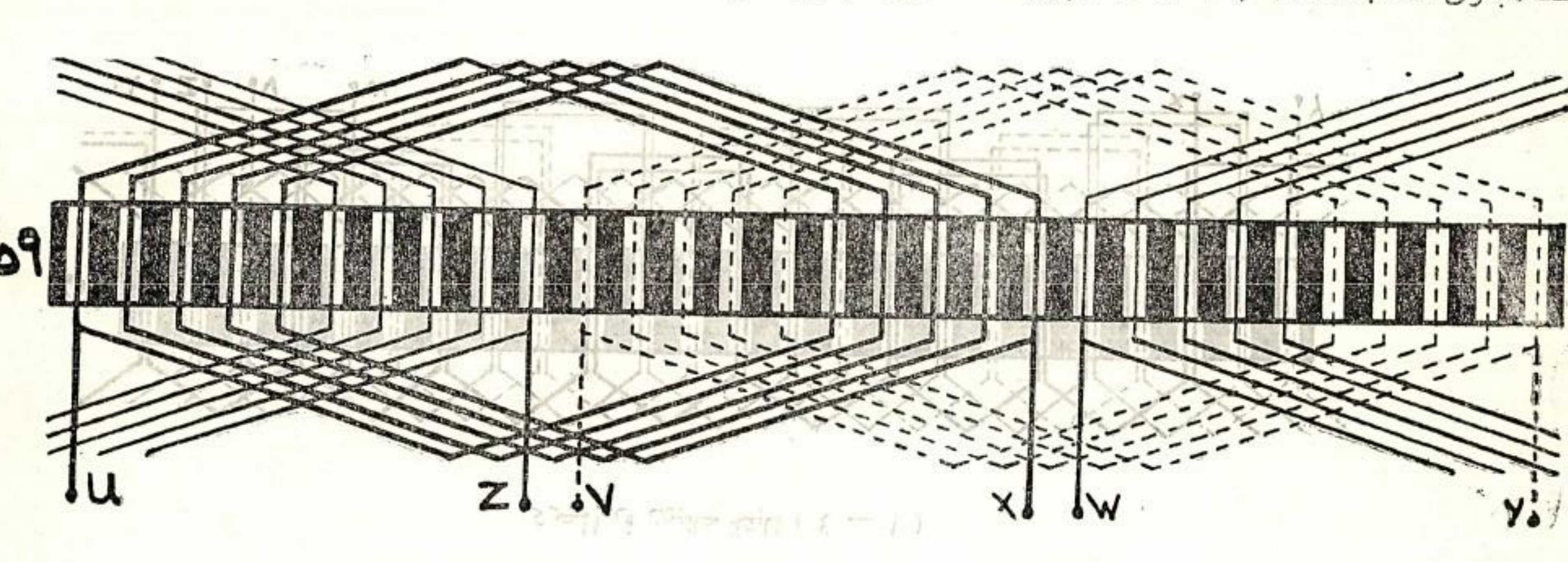


محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة لف

(١ ــ ٤) ثابتة جانبين فى المجرى

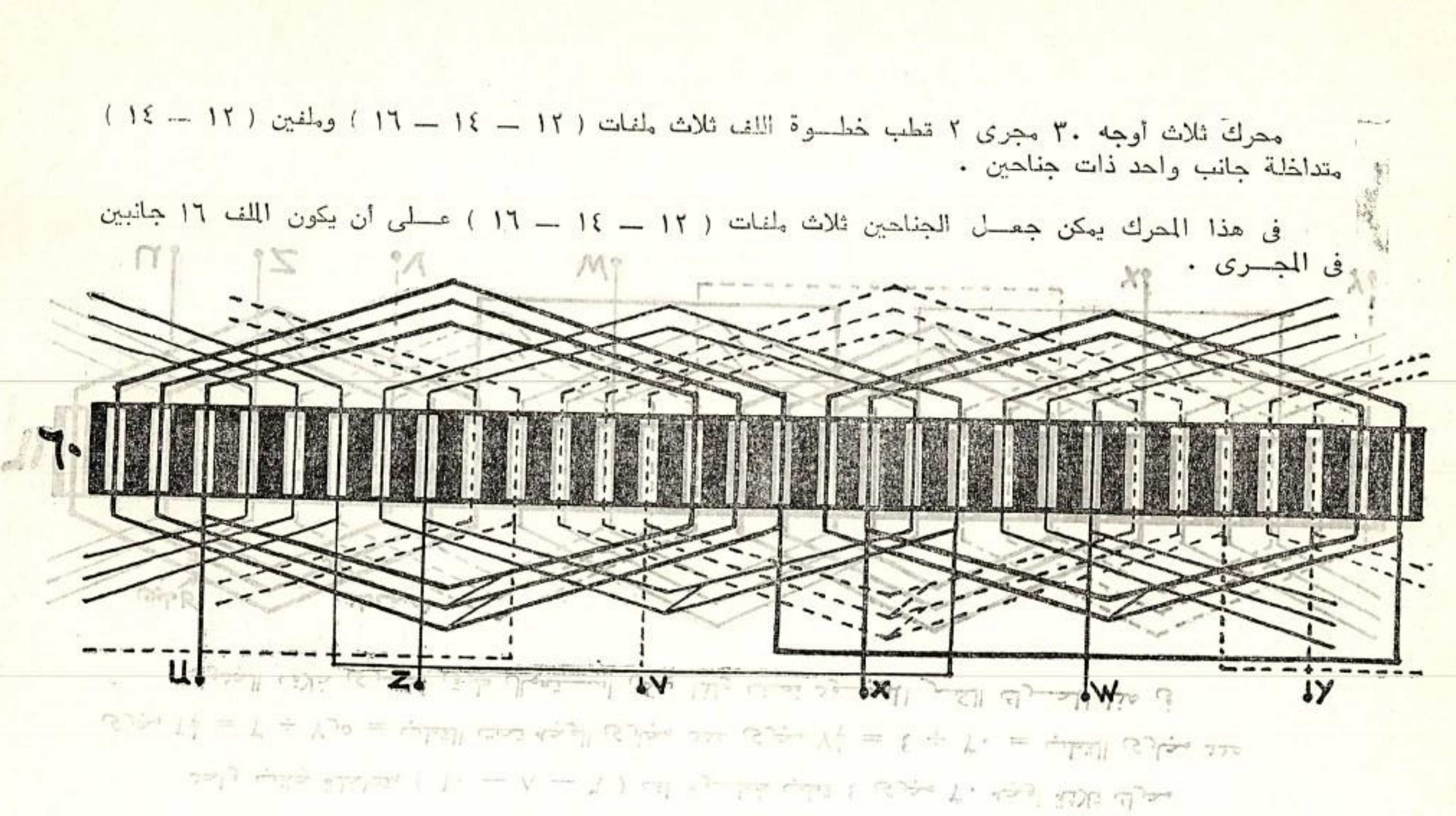
محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ ــ ١٦) ثابتة جانب واحد ــ الخطوة = ١٥ + ١ = ١٦

عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٢ = ١٥ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٥ ÷ ٣ = ٥ مجرى



محرك ثلاث أوجه ٣٠ مجرى ٢ قطب خطــوة اللف ثلاث ملفات (١٢ ــ ١٤ ــ ١٦) وملفين (١٢ ـــ ١٤) متداخلة جانب واحد ذات جناحين .

فى هذا المحرك يمكن جعــل الجناحين ثلاث ملفات (١٢ ــ ١٤ ــ ١٦) عــلى أن يكون الملف ١٦ جانبين فى المجــرى .

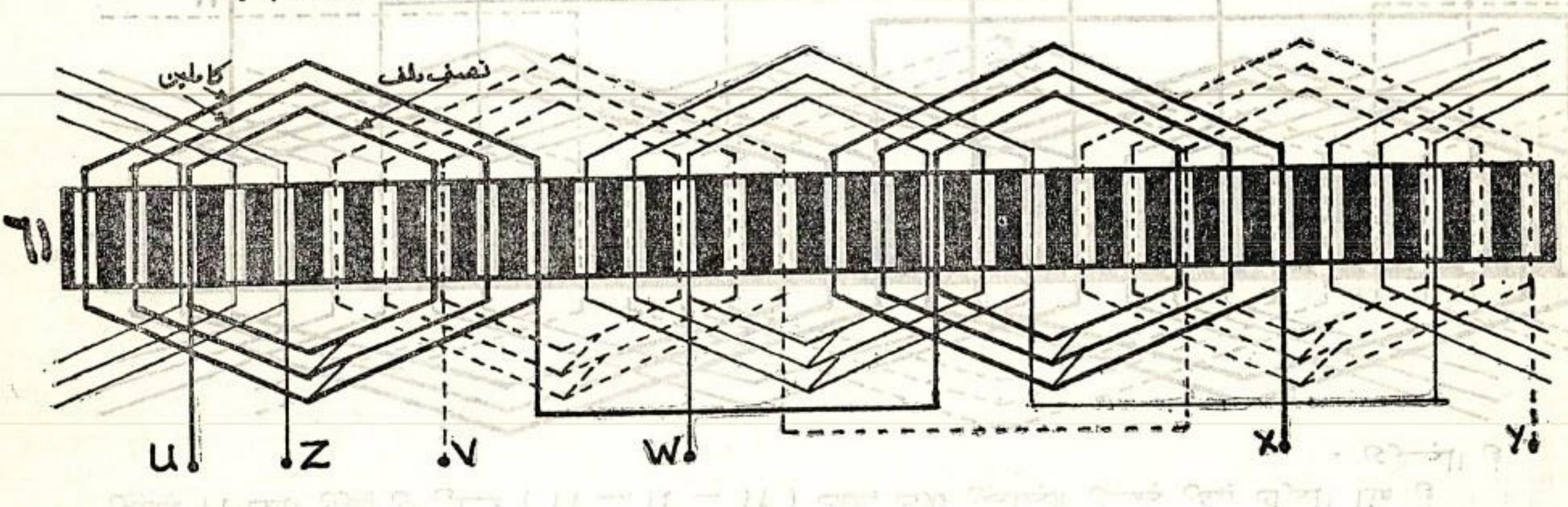


محـرك شــاذ

محركَ ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ قطب خطــوة لف (٦ — ٨ — ١٠) متداخلة جانب واحد

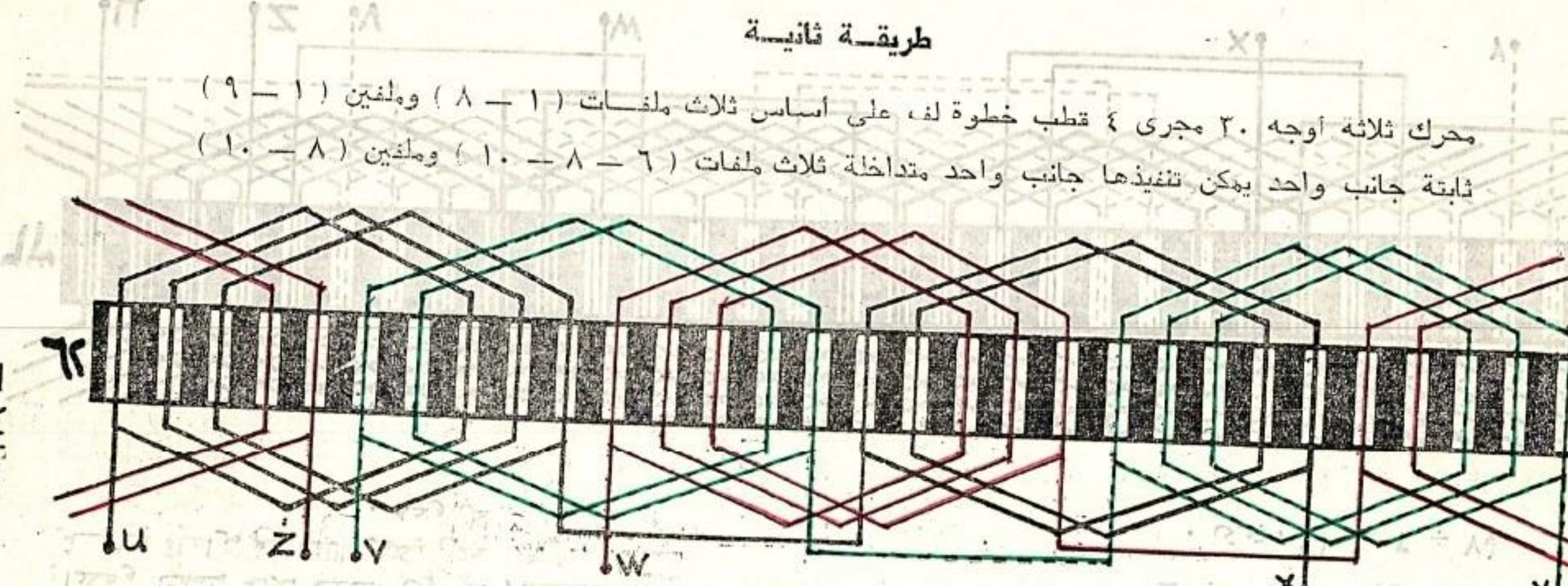
عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٤ = ٧½ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٧٫٥ ÷ ٣ = ٢½ مجرى

فى هذا المحــرك الكسر الموجــود نصف ولذا يمكن اســتعمال طرق أخــرى خلاف الجدول



طريقـة ثانيـة

محرك ثلاثه أوجه ٣٠ مجرى ٤ قطب خطوة لف، على أساس ثلاث ملفـات (١ — ٨) وملفين (١ — ٩) ثابتة جانب واحد يمكن تنفيذها جانب واحد متداخلة ثلاث ملفات (٦ — ٨ — ١٠) وملفين (٨ — ١٠)



محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٨) ثابتة جانبين فى المجرى .

عدد مجارى القطب =

٣٠ ÷ ٤ = ٧ ½ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

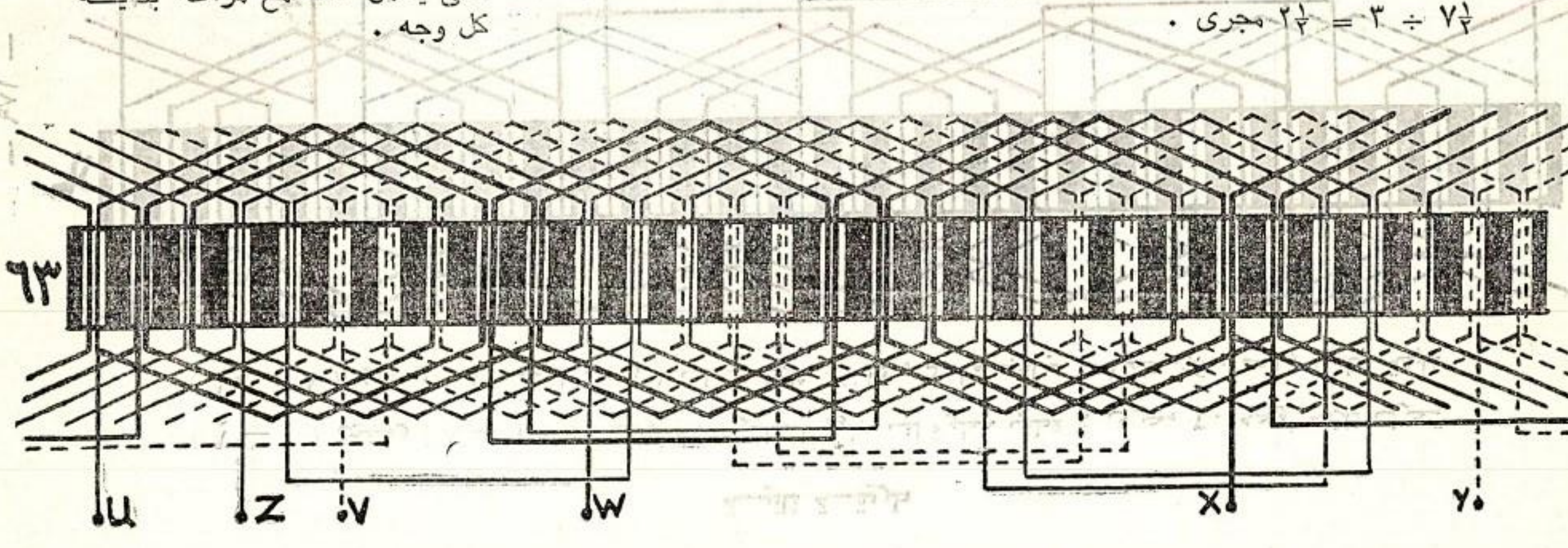
٧ ½ ÷ ٣ = ٢ ½ مجرى .

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ملفين وثلاثة ملفات حسب ترتيب الجدول الآتى :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤
الوجه الأول	٣	٢	٣	٢
الوجه الثالث	٣	٢	٣	٢
الوجه الثانى	٣	٢	٣	٢

ترتيب الاسقاط

اسقاط أول الأول ثلاثة ملفات ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ثلاثة ملفات ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثالث ثلاثة ملفات وهكذا حتى يكتمل اللف مع مراعاة بداية كل وجه .



محـرك شـاذ

محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٦ تطب

عدد مجارى القطب =

٣٠ ÷ ٦ = ٥ مجرى

خطوة اللف (١ — ٦) ثابتة جانبين

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

٥ ÷ ٣ = $1\frac{2}{3}$ مجرى

الكسر خـلاف نصف لابـد من استعمال الجـدول وهى طريقـة واحده .

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ١ ، ٢ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ٢ حسب الجدول :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الأول	١	٢	٢	١	٢	٢
الوجه الثالث	١	٢	٢	١	٢	٢
الوجه الثانى	١	٢	٢	١	٢	٢

ترتيب اسقاط الملفـات

ابدأ باسقاط أول الأول ملف واحد ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ملف ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثـالث ملف واحد ثم ثانى الثـانى ملفين وهكذا حتى ينتهى اللف .

محرك ثلاثة أوجه ٣٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٩) ثابتة جانبين فى المجرى مع الجدول

عدد مجارى القطب =

٣٢ ÷ ٤ = ٨ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

٨ ÷ ٣ = ٢$\frac{٢}{٣}$ مجرى

خطوة اللف = ٨ + ١ = ٩

محرك شاذ

استعمل الجدول الآتى فى اسقاط الملفات

	١	٢	٣	٤
الأول	٣	٢	٣	٣
الثالث	٣	٢	٣	٢
الثانى	٣	٣	٢	٣

فى هذا الجدول تجد الوجه الثالث ينقص مجرى فى المجموعة الرابعة حسب توزيع الملفات وهذا لا يؤثر على المحرك وطريقة الاسقاط كما سبق شرحه .

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٦) ثابتة جانب واحد ذات الجناحين

عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٢ = ١٨ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٨ ÷ ٣ = ٦ مجرى

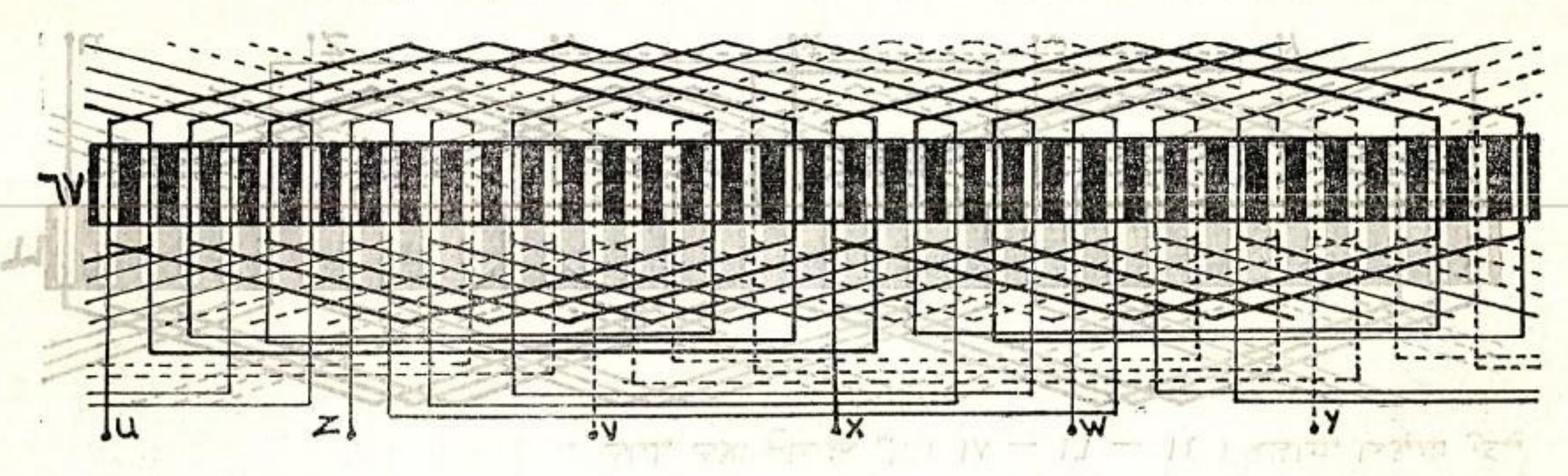
قسمت نصفين .

خطوة اللف = ١٨ — ٢ = ١٦ مجرى قطبية — ٢

يمكن تنفيذها متداخلة (١٤ — ١٦ — ١٨) كل جنـــاح ثلاث ملفات .

لمعرفة قيمة الخطوة ثابتة فى القطبين جناحين أوجد متوسط ملفات جنـــاح متداخلة .

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٦) بطريقة أخرى ثابتة جانب واحـد جناحين وقد سبق شرح طريقة اسقاط الملف مع مراعاة أن هـذه الطريقـة لا تنفـذ متداخـلة

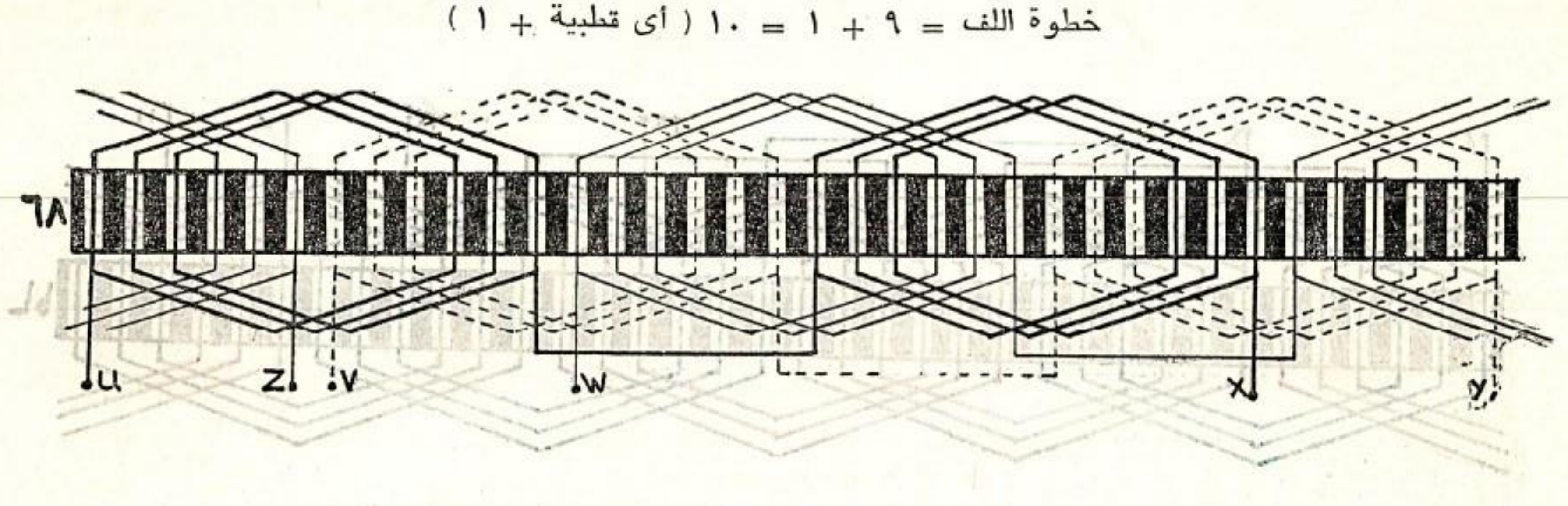


محرك ثلاثة اوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ١٠) ثابتة جانب واحد

عدد مجـــارى القطب = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

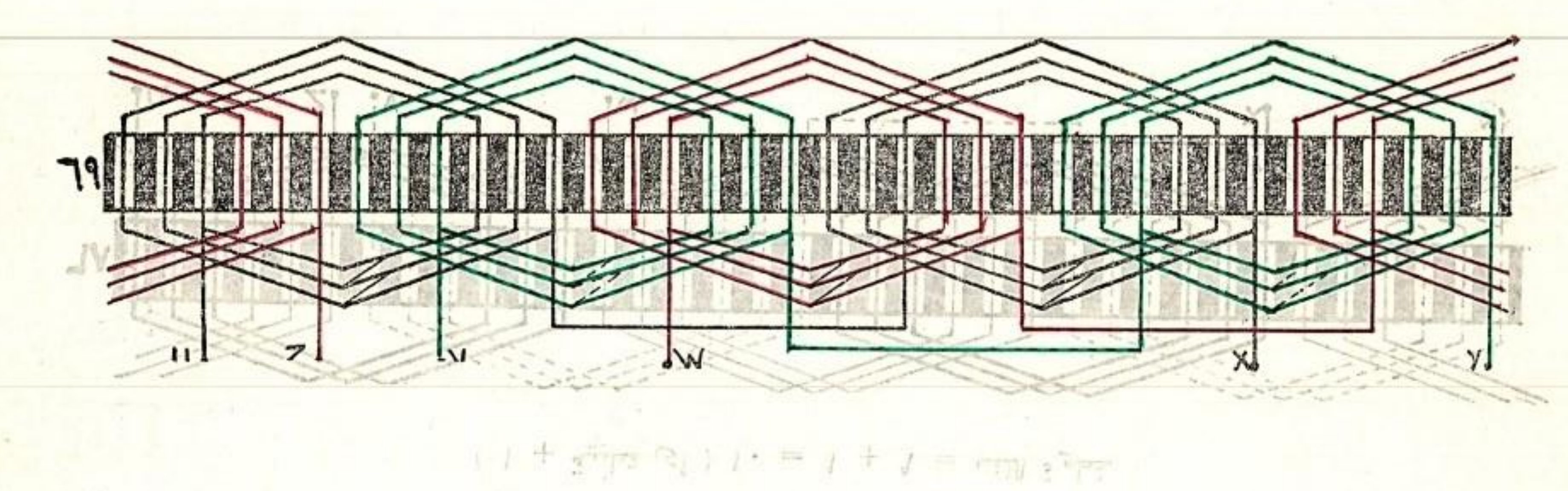
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

خطوة اللف = ٩ + ١ = ١٠ (أى قطبية + ١)

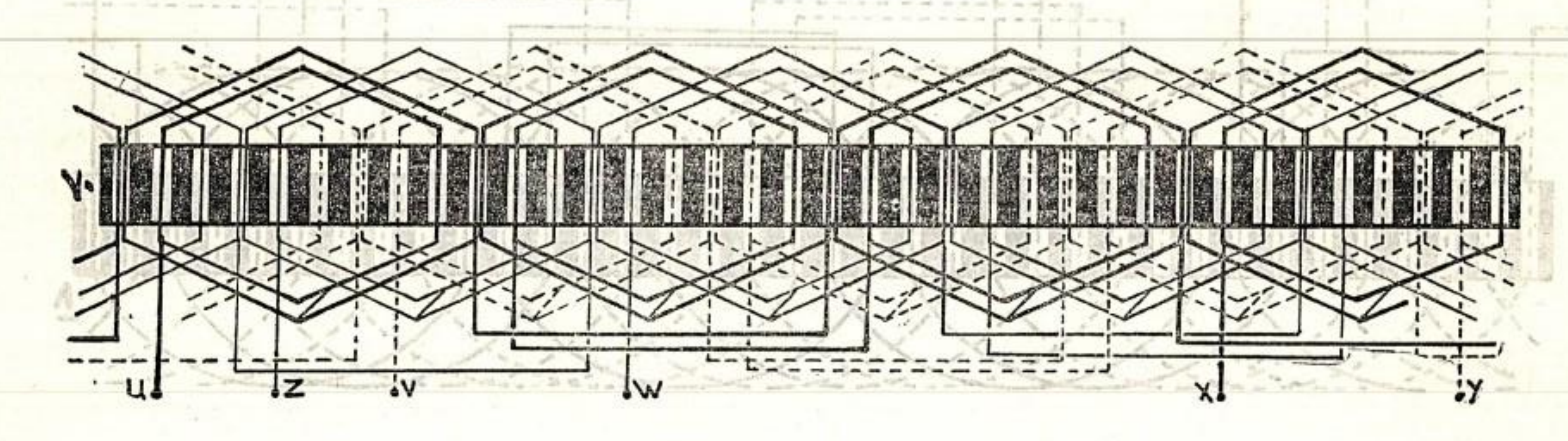


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطـــوة لف (٨ — ١٠ — ١٢) متداخلة جانب واحد

خطوة اللف الأصغر = (٣ × ٢) + ٢ = ٦ + ٢ = ٨ مجرى



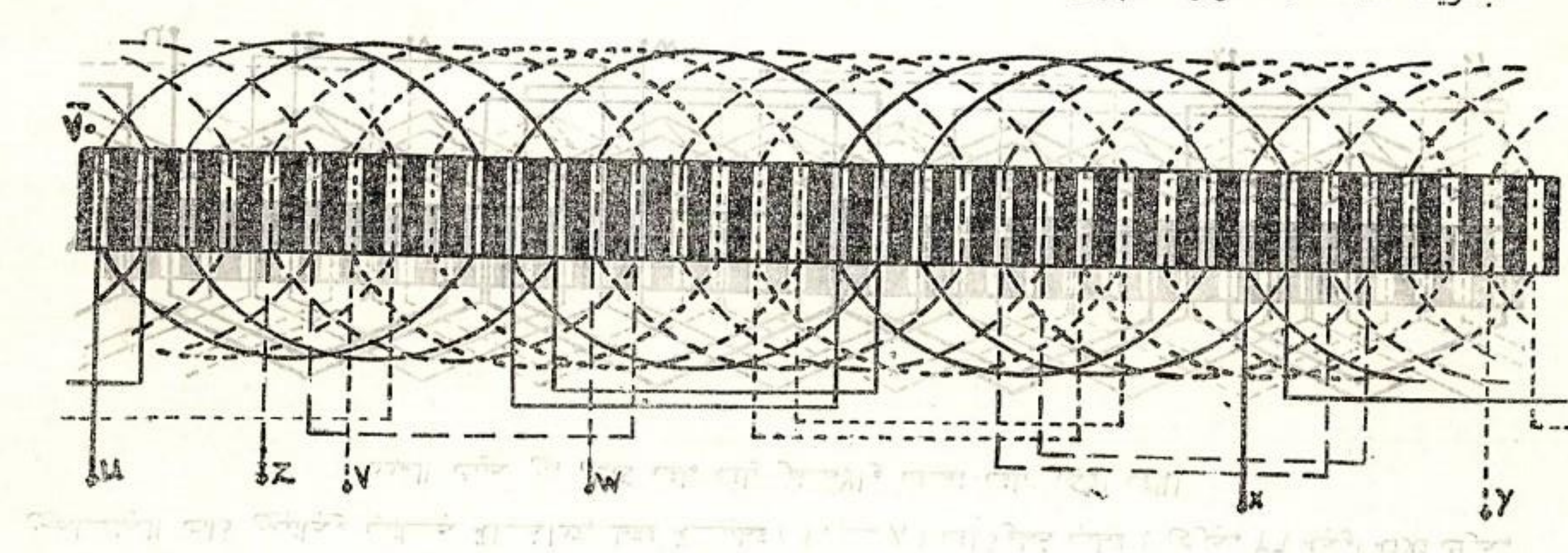
محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٨ ــ ١٠) قطبيـــة فقط متداخـــلة جـــانب وجانبين ذات الجنـــاحين
الملف الأكبر يلف نصف والأصغر يلف ملف كامل من حيث العدد



محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب

عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى اللف قطبية + ١ = ٩ + ١ = ١٠

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى تسقط حسب الانفراد ملفين فى اتجاه وملف فى اتجاه آخر بطريقة اسقاط ملف وترك مجرى .

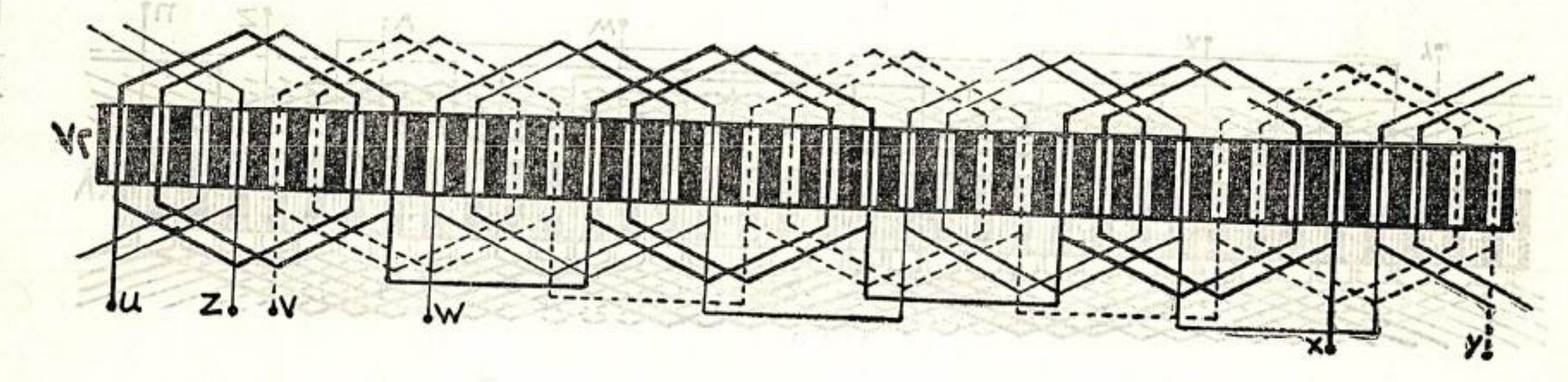


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ١٠) ثابتة جانبين فى المجرى

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجـرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٧) ثابتة جاذ بواحـد

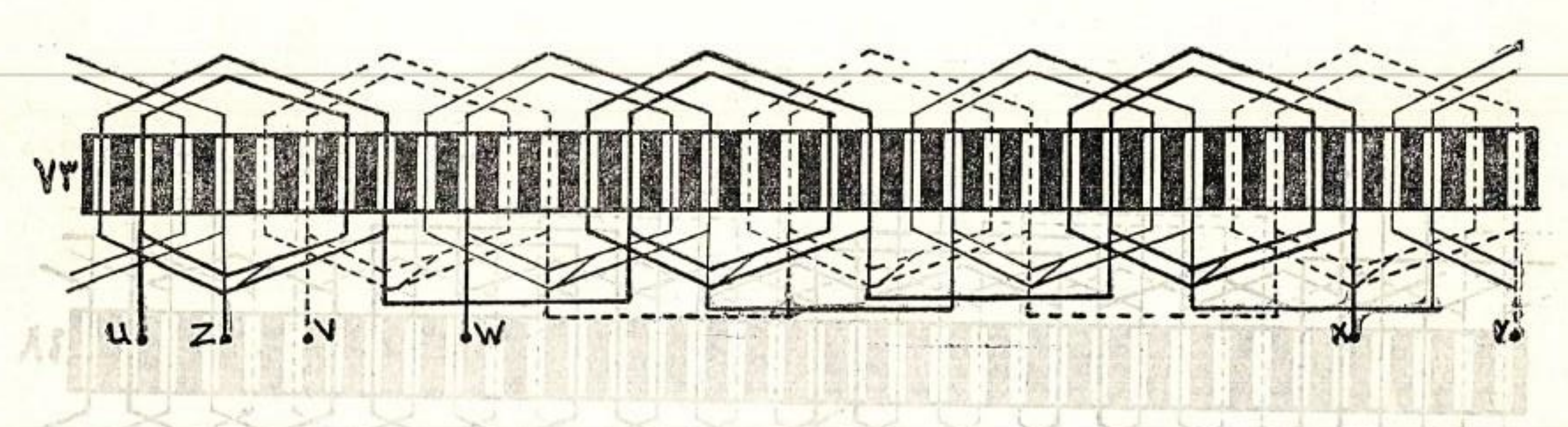
عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

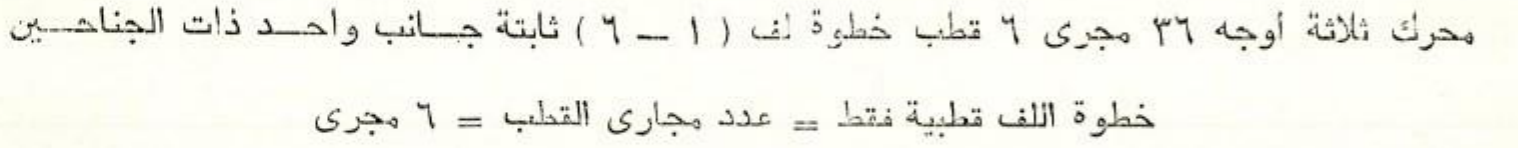
خطوة اللف = ٦ + ١ = ٧



محركَ ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (٦ — ٨) متداخلة جانب واحد

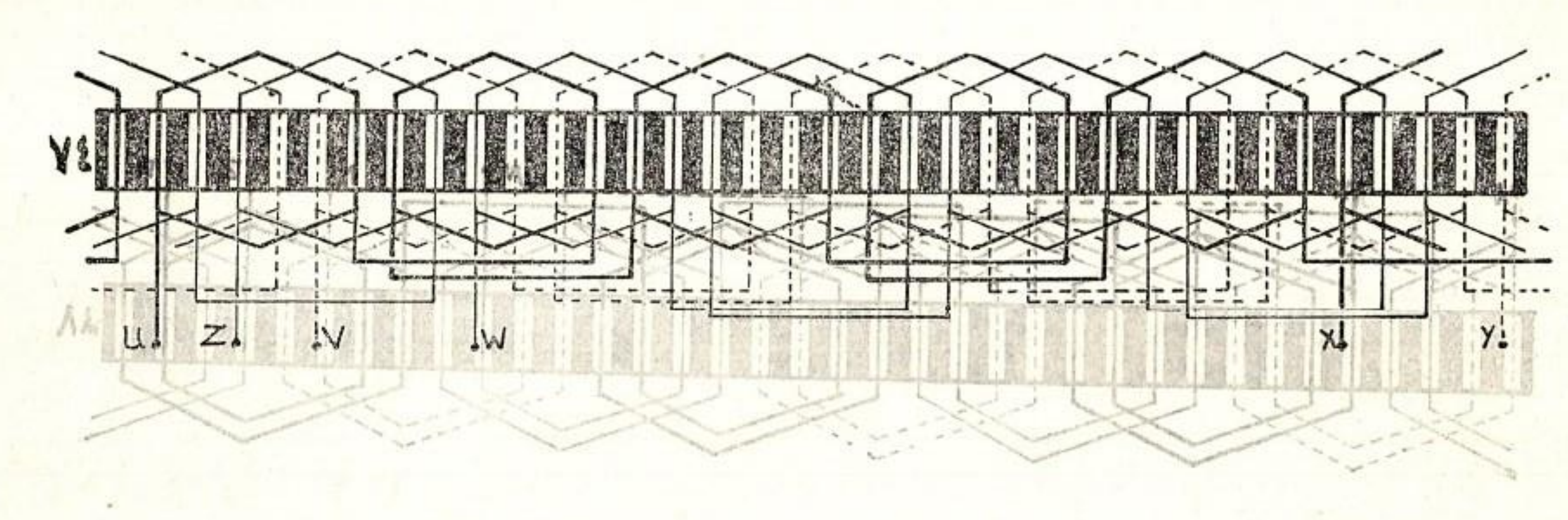
خطوة الملف الأصغر = (٢ × ٢) + ٢ = ٤ + ٢ = ٦

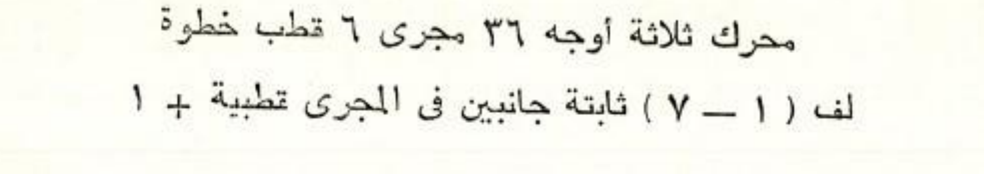




محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ ــ ٦) ثابتة جــانب واحــد ذات الجناحــين

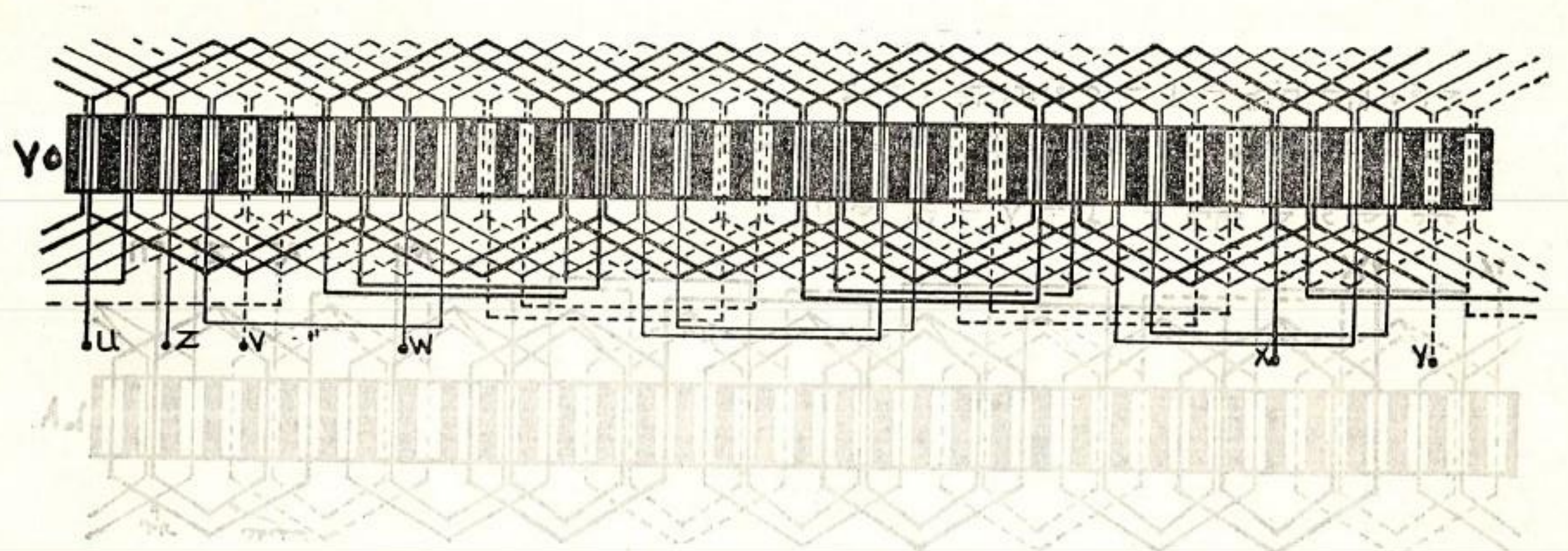
خطوة اللف قطبية فقط = عدد مجارى القطب = ٦ مجرى





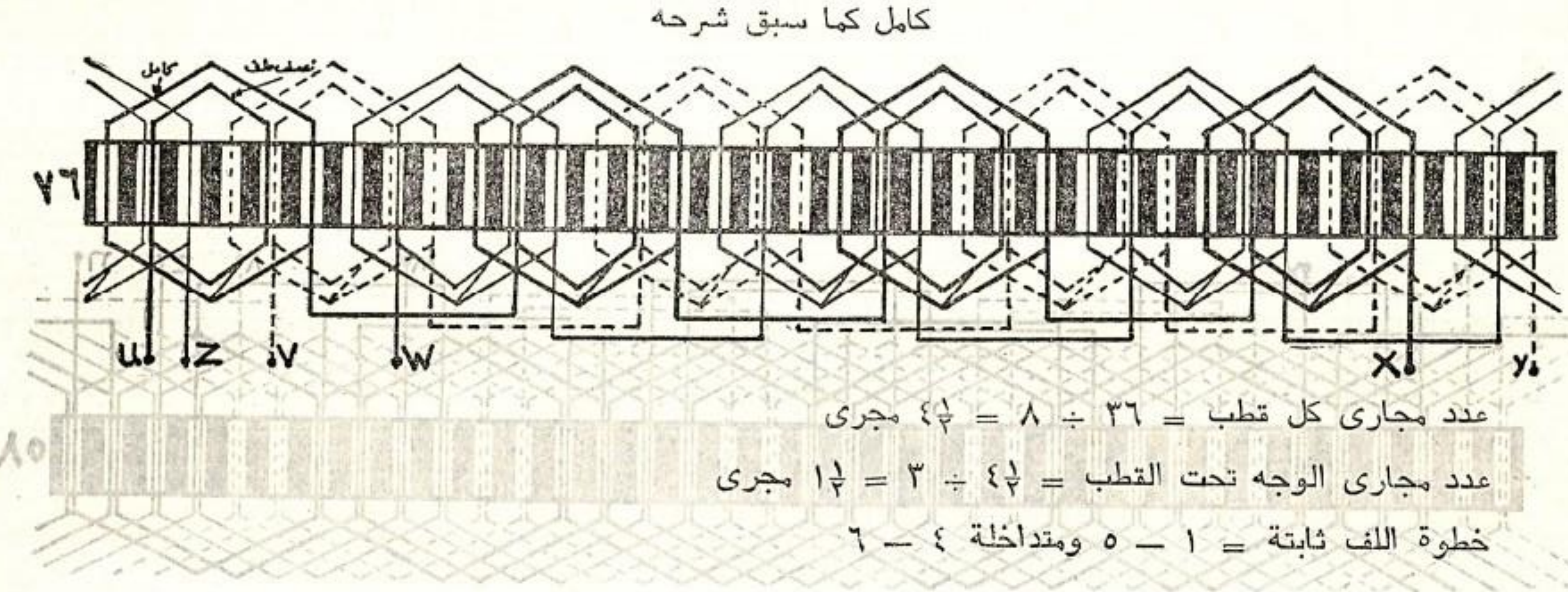
محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة

لف (١ — ٧) ثابتة جانبين فى المجرى قطبية + ١



محرك شـــاذ

محـــرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ قطب خطوة لــف (٤ ـــ ٦) متداخلة جانب وجانبين فى المجـــارى لا يستعمل الجدول فى هذه الطريقة لأن الكسر نصف على أن يكون الملف الأصـــغر نصـــف ملف والملف الأكبـــر ملف كامل كما سبق شرحه



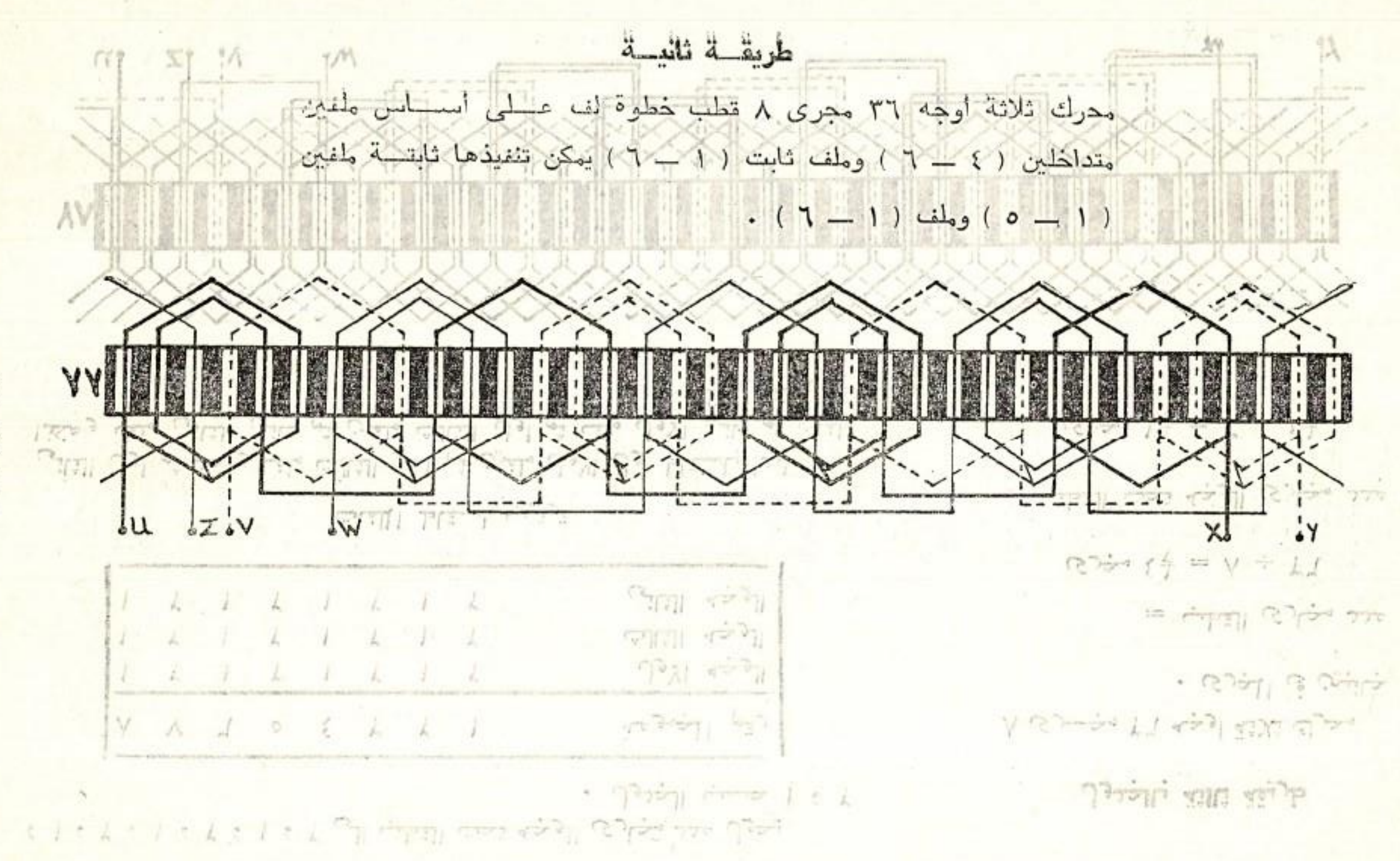
عدد مجارى كل قطب = ٣٦ ÷ ٨ = $٤\frac{١}{٢}$ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $٤\frac{١}{٢}$ ÷ ٣ = $١\frac{١}{٢}$ مجرى

خطوة اللف ثابتة = ١ ـــ ٥ ومتداخلة ٤ ـــ ٦

طريقـــة ثانيـــة

مدرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ قطب خطوة لف عـــلى أســـاس ملفين متداخلين (٤ ــ ٦) وملف ثابت (١ ــ ٦) يمكن تنفيذها ثابتـــة ملفين (١ ــ ٥) وملف (١ ــ ٦) .



طريقة ثالثة بالجدول

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجـــرى ٨ جانبين فى المجرى .

عدد مجارى القطب =

٣٦ ÷ ٨ = ٤½ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

٤½ ÷ ٣ = ١½ مجرى

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ حسب الجدول .

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
الوجه الأول	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١
الوجه الثالث	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١
الوجه الثانى	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر الثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملفين ثم ثانى الأول ملف ثم أول الثالث ملفين ثم ثانى الثانى ملف وهكذا حتى ينتهى اللف .

محركات الوجه الواحد
ذات السرعات

محرك الوجه الواحدة المستعمل لأكثر من سرعة هو من النوع الغير مزود بمفتاح طرد مركزى وعلى هذا يكون تقسيمه على أساس نصف المجارى لملفات التشغيل والنصف الثانى لملفات التقويم على أن يتواجد المكثف مع ملفات التقويم وفى هذا المحرك للحصول على السرعات المطلوبة تضاف مجموعة ملفات ثالثة تشترك مع كل من التشغيل والتقويم فى المجارى وعن طريق ادخال ملفات هذه المجموعة الثالثة فى الدائرة تتغير قيمة المقاومة وكذا قيمة الفيض المغناطيسى وبذلك نحصل على السرعة المطلوبة مع مراعاة أن تطبية المحرك ثابتة لا تتغير ولكن زيادة السرعة أو نقصانها رجع لعدد ملفات المجموعة الثالثة فى الدائرة حيث نجد فى سرعة تدخل نصف الملفات وفى سرعة أقل تدخل الملفات جميعها هذا اذا كان المحرك ثلاث سرعات، أما اذا كان سرعتين فقط فتدخل جميع الملفات المجموعة الثالثة فى الدائرة عند الحصول على السرعة الأقل والرسومات الآتية توضح هذا .

مثال لعملية التقسيم

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ أقطاب يراد تقسيمه للفه سرعتين .

التقسيم

عدد مجارى التشغيل = ١٦ ÷ ٢ = ٨ مجرى

عدد مجارى التقويم = ١٦ — ٨ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

نوعية اللف جانب واحد خطوة متداخلة

قيمة خطوة الملف الأصغر تشغيل أو تقويم = ٢ + ٢ = ٤ مجرى

قيمة خطوة الملف الثانى تشغيل أو تقويم = ٤ + ٢ = ٦ مجرى

خطوة ملفات المجموعة الثالثة متداخلة ومشتركة مع التشغيل والتقويم (٤ ، ٦) وعلى هذا يكون التشغيل والتقويم كل منهما ٤ ملفات والمجموعة الثالثة ٨ ملفات .

مثـــال آخـــر

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ أقطاب يراد تقسيمه لفه سرعتين .

التقسـيم

عـــدد مجـــارى التشغيل = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

عـــدد مجـــارى التقـــويم = ٢٤ — ١٢ = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

نوعية اللف جانب واحد خطوة متداخلة

قيمة خطوة الملف الأصغر تشغيل أو تقويم = ٣ + ٢ = ٥ مجرى

قيمة خطوة الملف الثانى تشـــغيل أو تقويم = ٥ + ٢ = ٧ مجرى

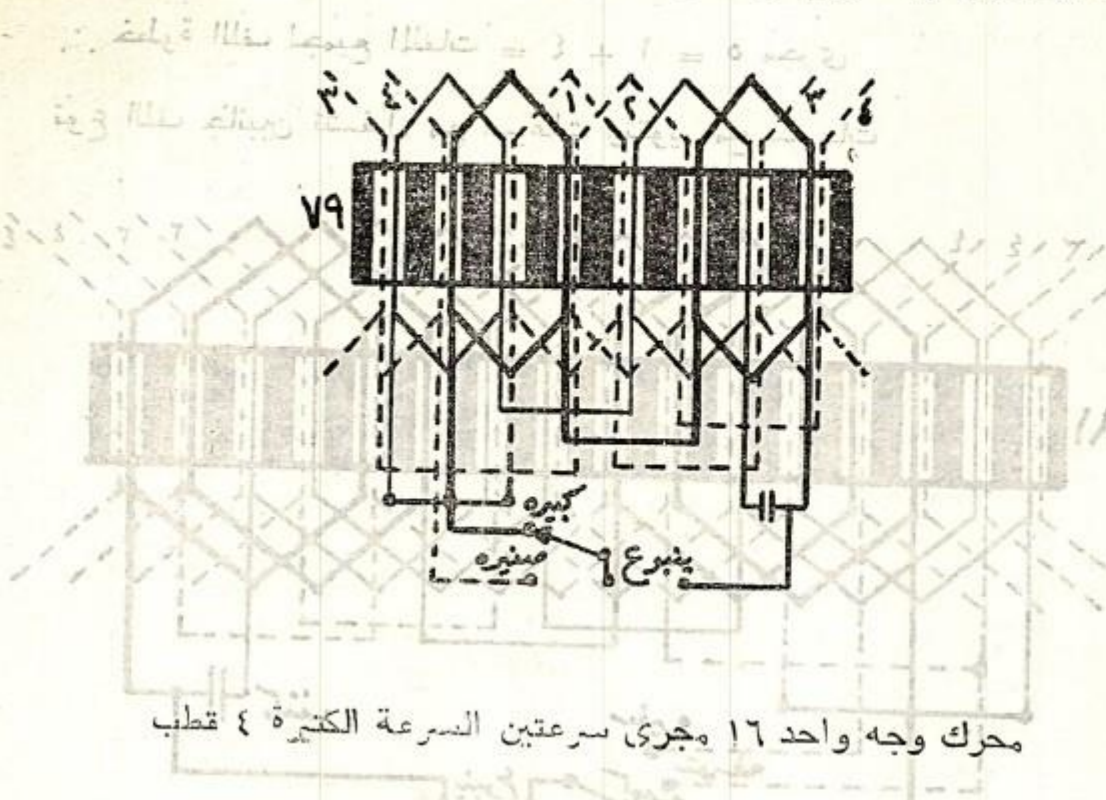
قيمة خطوة الملف الثالث تشغيل أو تقويم = ٧ + ٢ = ٩ مجرى

خطوة ملفات المجموعة الثالثة متداخلة ومشتركة مع التشغيل والتقويم (٥ ، ٧ ، ٩) وعلى هذا يكون عدد ملفات كل من التشغيل والتقويم ٦ ملف وعدد ملفات المجموعة الثالثة ١٢ ملف .

محركات مراوح السقف

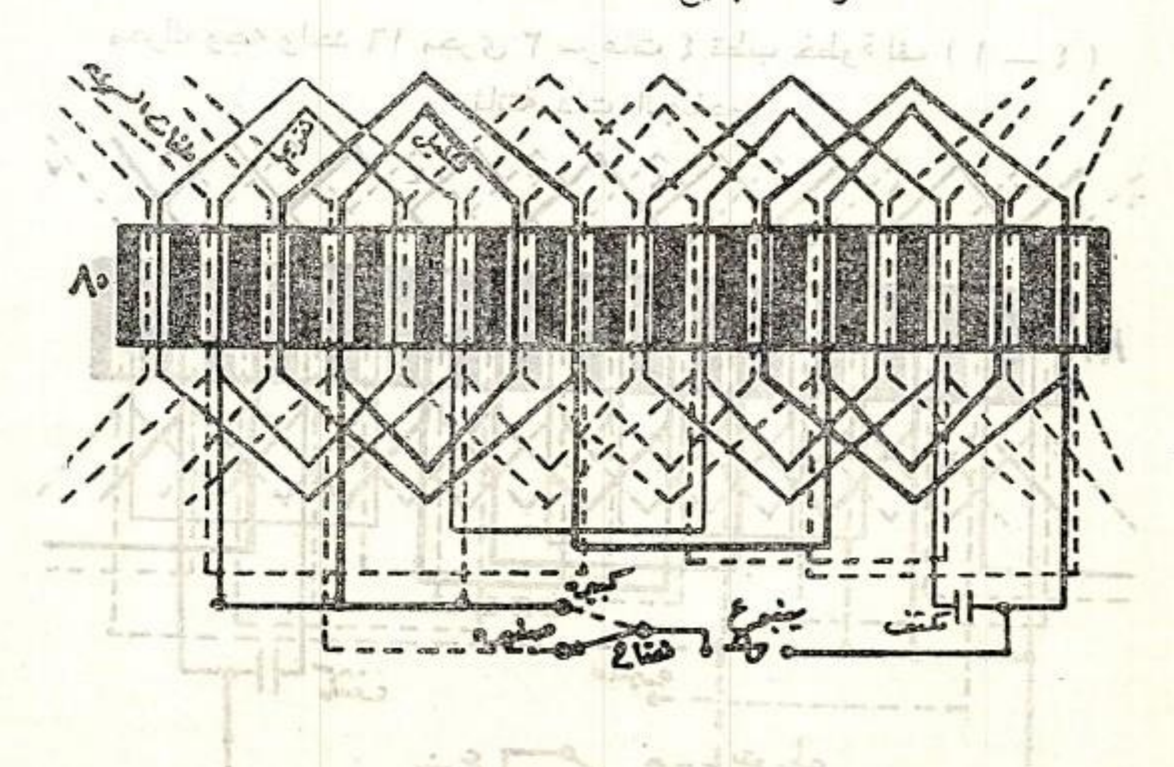
ينطبق على محركات مراوح السقف نوع المحرك السابق شرحه وكذا طريقة تقسيمه الا أن التحكم فى قيمة السرعة يكون عن طريق مقاومة خارجية مدرجة وعلى مقدار ما يدخل من هذه المقاومة فى الدائرة تتأثر سرعة المروحة مع ثبات عدد أقطاب المروحة وفى هذه الحالة يكون لا داعى لتواجد مجموعة الملفات الثالثة ويكون التقسيم فقط على أساس تشغيل وتقويم ويكون نوع اللف جانبين فى المجرى سواء للتشغيل أو التقويم مع وضع المكثف المناسب مع التقويم . هذا ويمكن تقسيم المحرك على أساس تواجد ثلاث انواع من الملفات (تشغيل — تقويم — سرعات) وبنظام الأمثلة السابقة وهو الموجود حاليا فى المراوح الحديثة .

محرك وجه واحد ٨ مجرى سرعتين السرعة الكبيرة ٤ قطب خطـوة لف التشغيل أو التقويم أو السرعات (١ — ٣) خطوة ثابتة .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى سرعتين السرعة الكبيرة ٤ قطب

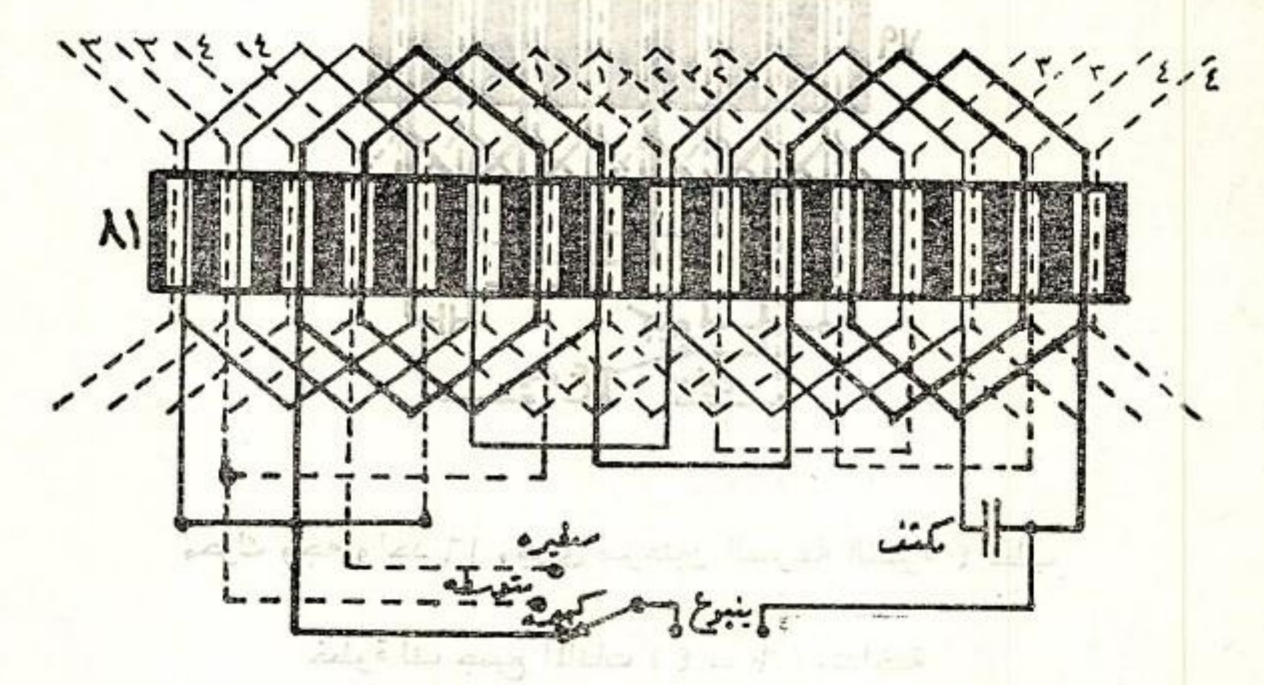
خطوة لف جميع الملفات (٤ — ٦) متداخلة



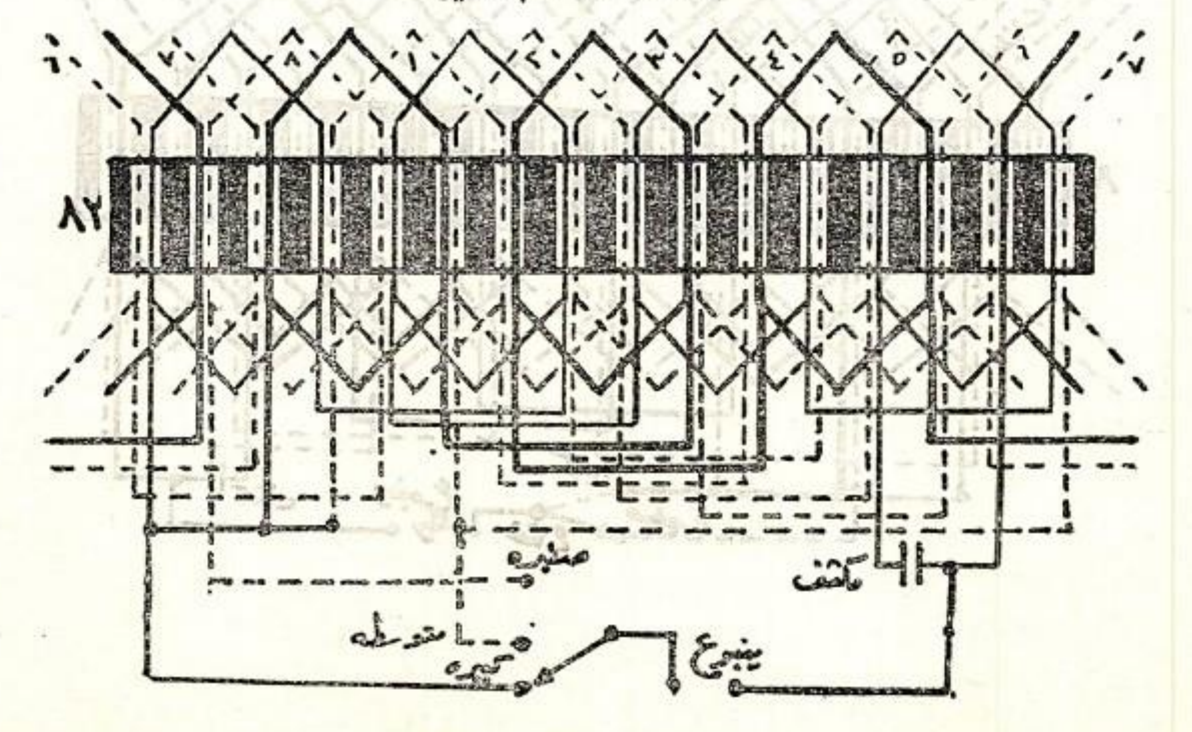
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب خطوة لف (١ — ٥) ثابتة
عدد مجارى القطب الكامل (تشـــغيل وتقـــويم) = ١٦ ÷ ٤ = ٤ مجرى

∴ خطوة اللف لجميع الملفات = ٤ + ١ = ٥ مجرى

نوع اللف جانبين تشغيل مع سرعات وتقويم مع سرعات



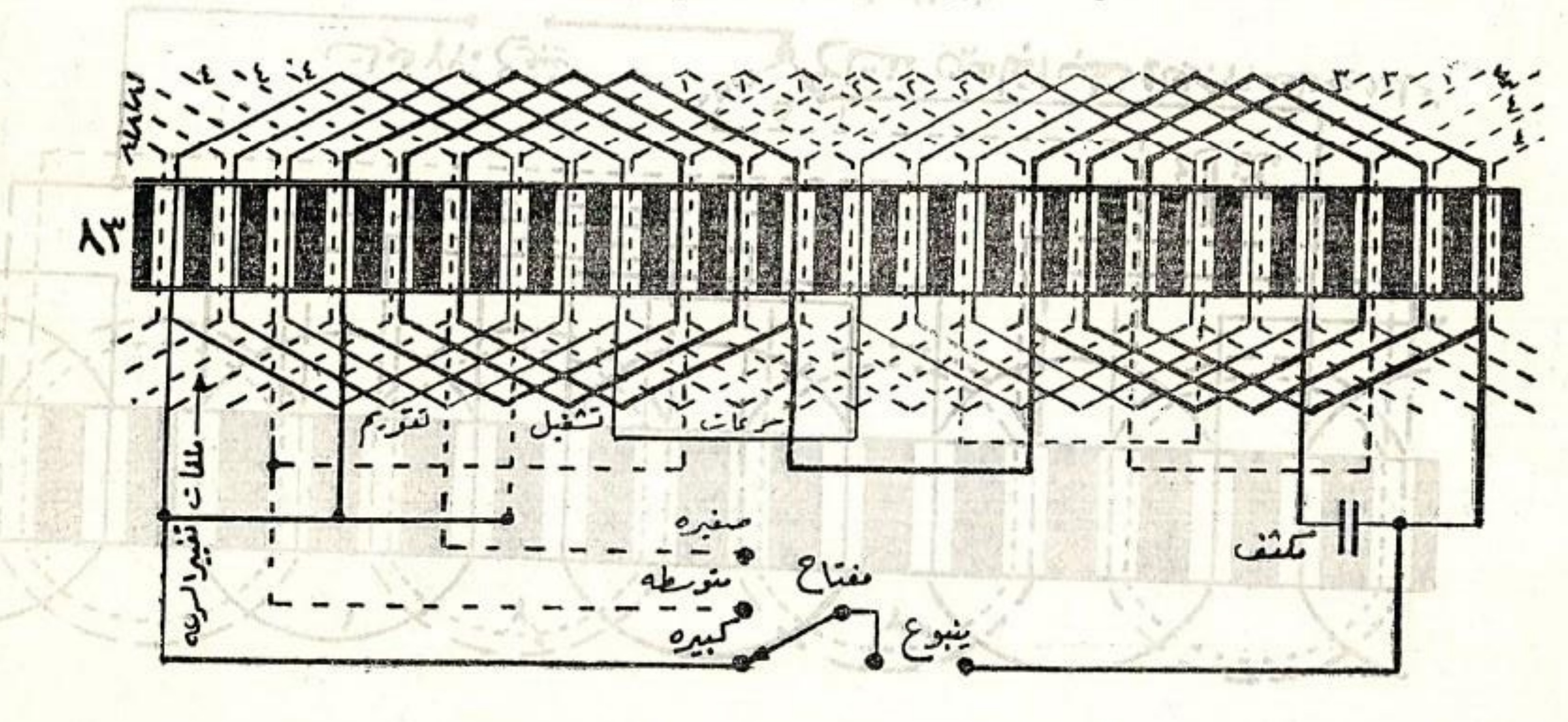
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤)
ثابتة ذات الجناحين

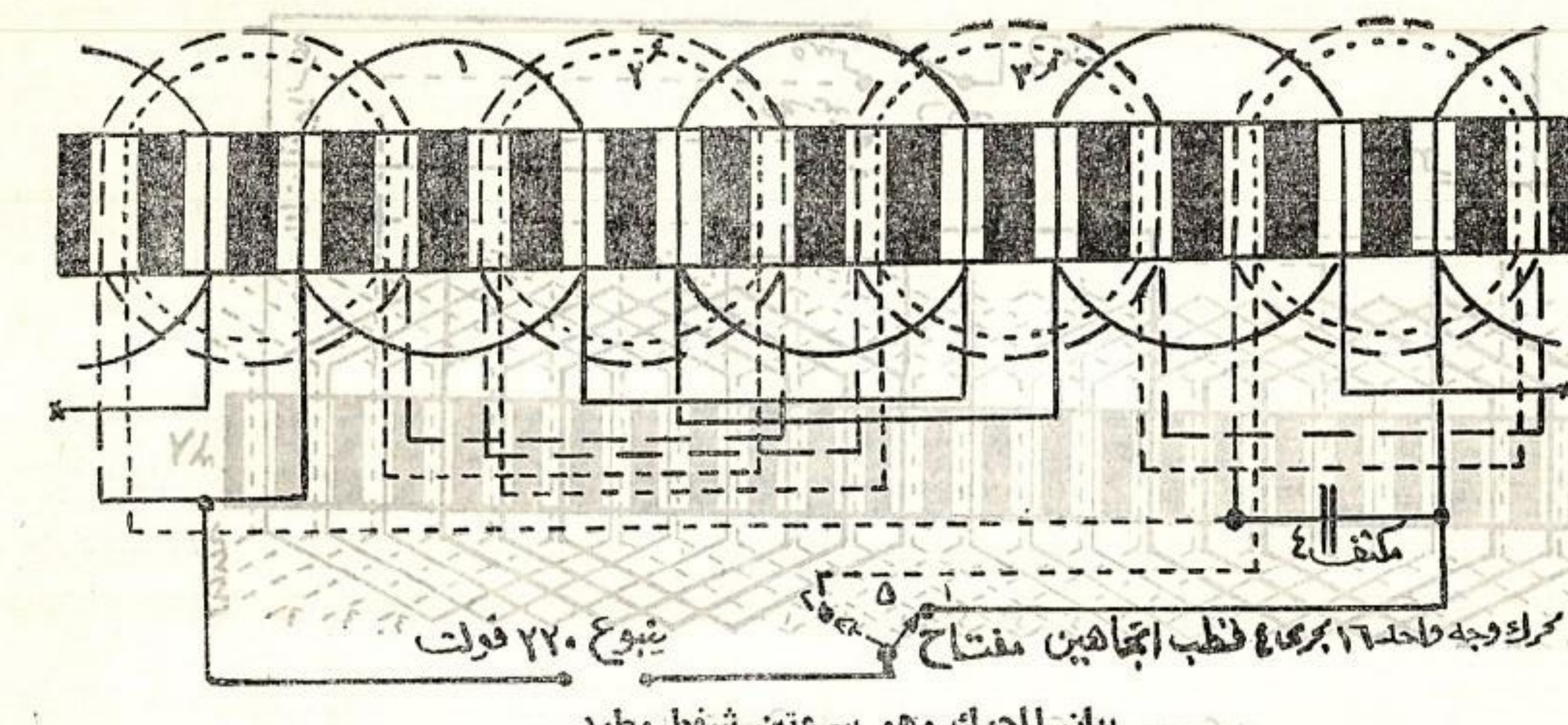


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب السرعة الكبيرة

خطوة لف جميع الملفات (١ — ٧) ثابتة تشغيل وتقويم سرعات

عندما يكون المحرك ثلاث سرعات تقسم ملفات السرعات الى نصفين بحيث توصل الملفات رقم (١) مع (٣) والملفات رقم (٢) مع (٤) وطرف السرعة المتوسطة من وصلة بداية (٢) مع نهاية (٣)





بيان المحرك وهو سرعتين شفط وطرد

رقم (١) ملفات تشغيل قطر السلك ٢ر. مم وعدد لفات ٩٠. لفة .
رقم (٢) ملفات التقويم قطر السلك ٢ر. مم وعدد لفات ٥٦٠ لفة .
رقم (٣) ملفات تغيير السرعة قطر السلك ٢ر. وعدد لفات ٥٦٠ لفة .
رقم (٤) مكثف سعته ٢ ميكرفراد ٢٢٠ فولت .

رقم (٥) مفتاح تشغيل (١) التشغيل بالتوازى مع التقويم ومعه المكثف (شفط) .
(٢) التشغيل ومعه المكثف وبالتوازى مع التقويم المتصل توالى مع تغيير السرعة (طرد)

محركات الثلاثة أوجه
ذات السرعات

هذا النوع من المحركات يمكن الحصول منه على أكثر من سرعة :

١ — الحصول على سرعتين متناصفتين ٢/٤ قطب (٣٠٠٠/١٥٠٠ لفة)

٢ — الحصول على سرعتين متناصفتين ٤/٨ قطب (١٥٠٠/٧٥٠ لفة)

٣ — أو الحصول على سرعتين غير متناصفتين مثل ٤/٦ قطب (١٥٠٠/١٠٠٠ لفة)

وفى بعض المحركات يمكن الحصول على ثلاثة سرعات (٧٥٠/١٥٠٠/٣٠٠٠ لفة) .

السرعات المتناصفة

قبل أن نتكلم عن السرعات يجب أن نعلم أنه فى المحرك ذو السرعة الواحدة اذا أريد تغيير لفه مع تغيير قيمة سرعته سواء الى أكبر أو أقل يجب اتباع الآتى :

١ — يقسم المحرك حسب عدد اقطاب السرعة الجديدة للحصول على الآتى :

(أ) عدد مجارى كل قطب .

(ب) عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب .

(حـ) قيمة الخطوة الجديدة .

٢ — حساب مساحة مقطع سلك ملفات السرعة الجديدة وكذا عدد لفات الملف الجديد وذلك باستعمال القانون الآتى :

(أ) مساحة مقطع سلك السرعة الجديدة

$$= \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}} \times \text{مساحة مقطع السلك القديم} = \text{مم}^2$$

(ب) عدد لفات الملف الجديد

$$= \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}} \times \text{عدد لفات الملف القديم} = \text{لفة}$$

ويستعمل هذا القانون لتغيير أى سرعة الى سرعة اخرى مثل من ١٠٠٠ لفة الى ١٥٠٠ لفة أو من ٣٠٠٠ الى ١٥٠٠ لفة وهكذا والسبب فى هذا التغيير فى مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف هو أن لكل سرعة مجال مغناطيس ولكل مجال مقاومة استنتاجية ولكل مقاومة شدة تيار ولكل شدة تيار مساحة مقطع سلك ولكل مساحة مقطع سلك عدد لفات

فى المحرك الذى نحصل منه على سرعتين متناسفتين يجب أن يكون لكل سرعة مساحة مقطع سلك وعدد لفا تولكن نجد أن هذا المحرك يلف بنوعية واحدة من الملفات تستعمل للسرعتين ولكى ينفذ القانون السابق ليتواجد عندنا نوعين (مساحة مقطع وعدد لفات) نجد يتم هذا عن طريق التوصيل داخل المحرك لمجموعات الأوجه الثلاثة والتوصيل خارج المحرك لأطراف الأوجه مع التيار والرسومات الآتية توضح هذا .

السرعتين الغير متناصفتين

فى هذا المحرك يتم التقسيم ولف الملفات كل سرعة على حدة لذا نجد داخل المحرك نوعين من الملفات من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف ولكل نوعية من هذه الملفات خاصة بسرعة ويعتبر المحرك فى هذه الحالة كأنه محركين داخل جسم محرك واحد ويخرج منه اثنى عشر طرفا منها ستة أطراف بسرعة والستة الأخرى للسرعة الثانية وتوصل كل منهما اما بطريقة الدلتا أو النجمة .

تقسيم المحركات المتناصفة

هذه المحركات يمكن لفها اما بخطوة ثابتة أو متداخلة جانبين فى المجرى ولكل حالة طريقة خاصة للحصول على خطوة اللف كالآتى :

البيانات الخاصة بتقسيم المحرك

١ ــ تحسب عدد أقطاب كل سرعة من السرعتين .

٢ ــ تحسب عدد مجارى كل قطب لكل سرعة

٣ ــ تحسب عدد مجموعات كل وجه وهى = عدد أقطاب السرعة الكبيرة

$$٤ \text{ ــ تحسب عدد مجارى كل مجموعة وهى } = \frac{\text{عدد مجارى المحرك}}{\text{عدد مجموعات الوجه} \times \text{عدد الأوجه}}$$

٥ ــ نوعية اللف وهى جانبين فى المجرى .

٦ ــ نوعية الخطوة اما ثابتة أو متداخلة .

٧ ــ قيمة الخطوة فى الثابتة أو الخطوات فى المتداخلة .

(أ) اذا كان عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة رقم صحيح بدون كسر تكون الخطوة = عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة + ١

(ب) اذا كان عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة رقم صحيح وكسر مثل ١٨ مجرى ٤ قطب = $٤\frac{١}{٢}$ مجرى .

تكون الخطوة = عدد مجارى مجموعة الوجه + ٣

(ﺣ) فى حالة المتداخلة تحسب أولا قيمة خطوة الملف الأصغر كالآتى :

خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى المجموعة ÷ ٢) + ٢

خطوة الملف الثانى = خطوة الأصغر + ٢ وهكذا الباقى الخطوات التى يحدد عددها هو عدد مجارى المجموعة مثلا اذا كان عدد مجـــارى المجموعة ثلاثة مجارى يكون عدد الخطوات المتداخلة ثلاثة .

أمثـــلة للأوضـــاع السابقة

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين (٣٠٠٠/١٥٠٠ لفة/دقيقة) :

التقســـيم

$$١ \text{ ــ (أ) عدد أقطاب السرعة الكبيرة } = \frac{٢ \times ٦٠ \times ٥٠}{٣٠٠٠} = ٢ \text{ قطب}$$

$$\text{(ب) عدد أقطاب السرعة الصغير} = \frac{٢ \times ٦٠ \times ٥٠}{١٥٠٠} = \text{٤ قطب}$$

٢ ــ (أ) عدد مجارى قطب السرعة الكبير = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

(ب) عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ قطب

٣ ــ عدد مجموعات كل وجه = عدد اقطاب السرعة الكبيرة = ٢ مجموعة

$$\text{٤ ــ عدد مجارى كل مجموعة لكل وجه} = \frac{٢٤}{٢ \times ٣} = \text{٤ مجرى}$$

٥ ــ نوعية اللف جانبين فى المجــرى .

٦ ــ نوعية الخطوة يحدد اما ثابتة أو متداخلة .

٧ ــ قيمة الخطــوة ثابتة = ٦ + ١ = ٧

قيمة خطوة الملف الأصغر = (٤ ÷ ٢) + ٢ = ٤ مجرى

خطوة الملف الثانى = ٤ + ٢ = ٦

خطوة الملف الثالث = ٦ + ٢ = ٨

خطوة الملف الرابع = ٨ + ٢ = ١٠

لاحظ أن متوسط هذه الخطوات الأربعة = ٧ وهو قيمــة الخطوة الثابتــة .

٨ ــ تحسب قيمة المجرى بالدرجات على أساس مجارى قطب السرعــة الكبيرة = ١٨٠° ÷ ١٢ = ١٥°

٩ ــ بعد بدايات الأوجه = ١٢٠° ÷ ١٥° = ٨ مجرى

مثــــال آخــــر

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين ١٥٠٠/٧٥٠ لفة/دقيقة .

١ ــ عدد الأقطاب كالآتى بعد الحساب ٤/٨ قطب .

٢ ــ (أ) عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

(ب) عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة = ٣٦ ÷ ٨ = $٤\frac{١}{٢}$ مجرى

٣ ــ عدد المجموعات لكل وجه = ٤ مجموعة

٤ ـــ عدد مجارى كل مجموعة = $\frac{٣٦}{٤ \times ٣}$ = ٣ مجرى

٥ ـــ نوعية اللف جانبين .

٦ ـــ نوعية الخطوة ثابتة أو متداخلة .

٧ ـــ مقدار الخطوة = ٣ + ٣ = ٦ لتواجد الكسر فى مجارى القطب .

خطوة الملف الأصغر متداخلة = (٣ ÷ ٢) + ٢ = ٣½ يعدل الى ٤ مجرى

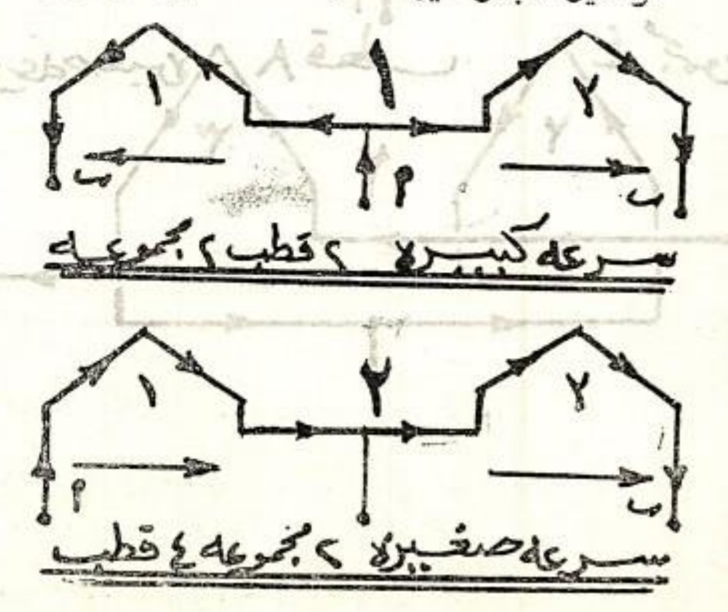
٨ ـــ قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠°

٩ ـــ بعد بدايات الأوجه = ١٢٠° ÷ ٢٠° = ٦ مجرى

بعد حسابات التقسيم السابقة يأتى دور رسم الانفـــراد وتوصيل المجموعات لكل وجه وتوصيل الأوجه مع بعضها ثم توصيل المحرك عـــلى التيار وأخذ كل سرعة من السرعتين مع تطبيق القانون الخـــاص بتغيير كل من مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف .

عندما يكون المحـــرك ٢/٤ قطب يكون عدد مجموعات الوجـــه اثنين وعندما يكون ٤/٨ قطب يكون عدد مجموعات الوجه أربعة ولكل حـــالة توصيل خاص للمجموعات .

توصيل مجموعتين للسرعة الصغيرة والكبيرة

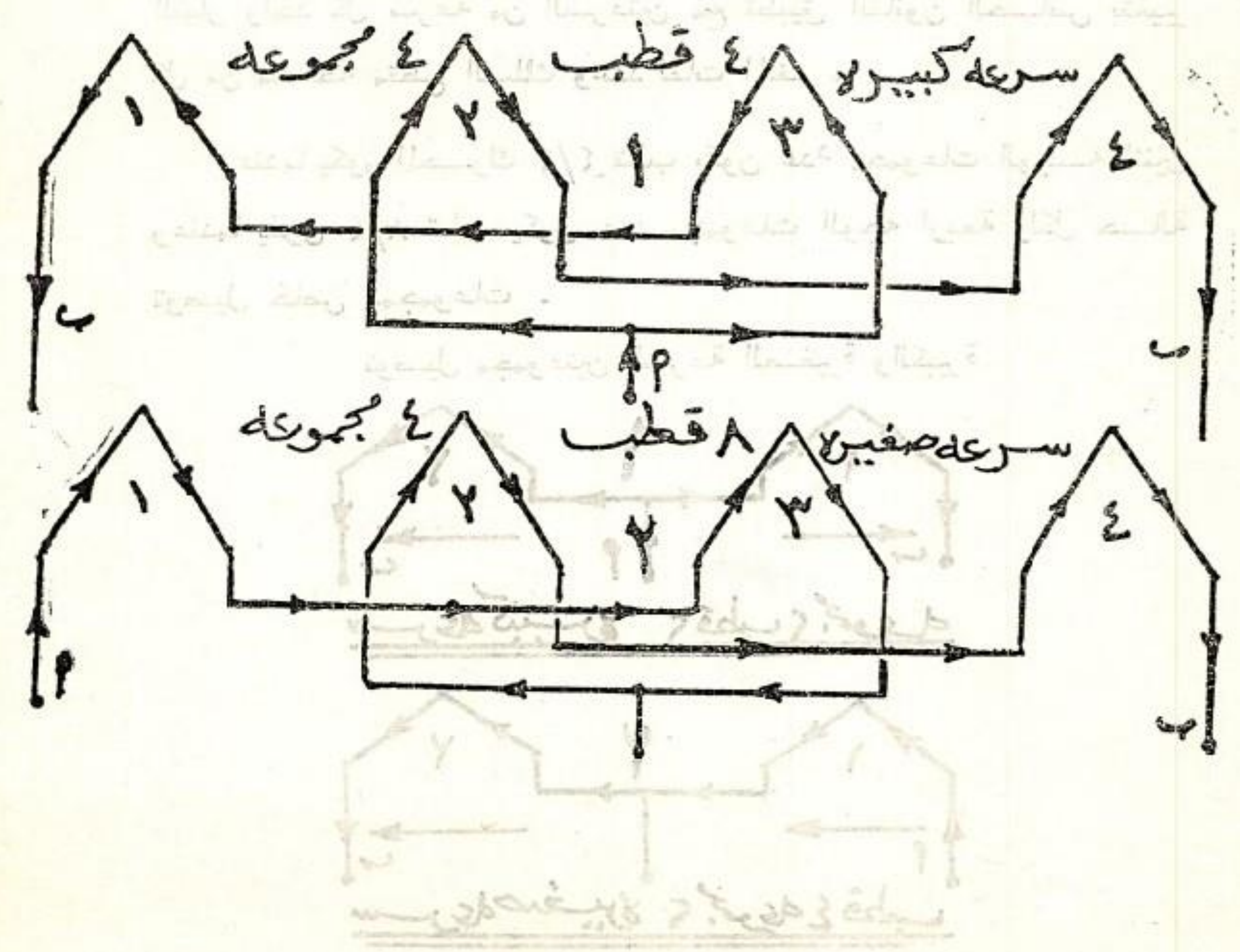


عندما يكون للوجه أربعة مجموعات لابد من تحويلها الى مجموعتين ابدأ بنهاية المجموعة الأول لكل وجه ثم وصل نهايتها مع بداية المجموعة الثالثة بحيث تعتبر المجموعة الأولى والثالثة كأنها مجموعة واحدة ثم وصل نهاية المجموعة الثانية مع بداية المجموعة الرابعة وكأنهما المجموعة الثانية ثم وصل نهاية المجموعة الثالثة مع بداية المجموعة الثانية وأخرج طرف الوسط .

فى الرسم رقم (١) دخول التيار من (أ) وله اتجاهين ويكون أربعة أقطاب وأربعة مجموعات .

فى الرسم رقم (٢) دخول التيار من (أ) وله اتجاه واحد فيكون أربعة مجموعات وثمانية أقطاب مع عدم استعمال طرف الوسط .

توصيل أربعة مجموعات للسرعة الصغيرة والكبيرة



توصيل الأوجـــه داخل المحـــرك

للفات الأوجه الثلاثة توصيل آخر داخـــل المحرك يسمى بتوصـــيل الدلتا الداخلية أو النجمة الداخلية كالآتى :

الدلتا الداخلية : وصل نهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الأول .
وصل نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الثانى .
وصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثالث .

إخرج من وصلة كل وجهين طرف يعتبر رأس دلتا وأعطى الوصلة الأولى حـــرف (u) والوصلة الثانيـــة حرف (v) والثالثة (w) وعلى هذا يكون للمحرك ستة أطراف ثلاثة وسط (x, y, z) وثلاثة رؤوس دلتا (u, v, w) تخرج خارج المحرك لتوصيلها مع التيـــار خاصة للحصول على كل من السرعتين .

النجمة الداخلية : وصل نهاية كل من الوجـــه الأول والثانى والثالث مع بعضها وأخرج طرف هو طرف نقطة النجمـــة واعطى بداية الأول (u) وبداية الثانى (v) والثالث (w) وأطراف الوسط (x,y,z)

وعلى هذا يكون للمحرك سبعة أطراف ثلاثة أطراف بدايات وثلاثة أطراف وسط ثم طرف نقطة النجمة تخرج هذه الأطـــراف السـبعة الى خارج المحرك لتوصيلها مع أطراف التيار بالطريقة التى تحصل منها على كل من السرعتين .

توصيل الأطراف خارج المحرك

للحصول على السرعة الصغيرة فى حالة الدلتا الداخلية وصل أطراف الينبوع الثلاثة مع أطراف رؤوس الدلتا الثلاثـــة مع ترك أطراف الوسط دون أى توصيل .

للحصول على السرعة الكبيرة فى حالة الدلتا الداخلية وصل أطراف الينبوع الثلاثة مع أطراف الوسط الثلاثة مع قصر أو قفل أطراف رؤوس الدلتا الثلاثة مع بعضها وفى هذه الحالة تكون نجمة مزدوجة يترتب عليها تغيير قطر السلك وعدد لفات الملف وبهذا يتم تنفيذ قانون تغيير السرعة الى سرعة أخرى وما يتبعها من تغيير كل من قطر السلك وعدد لفات الملف .

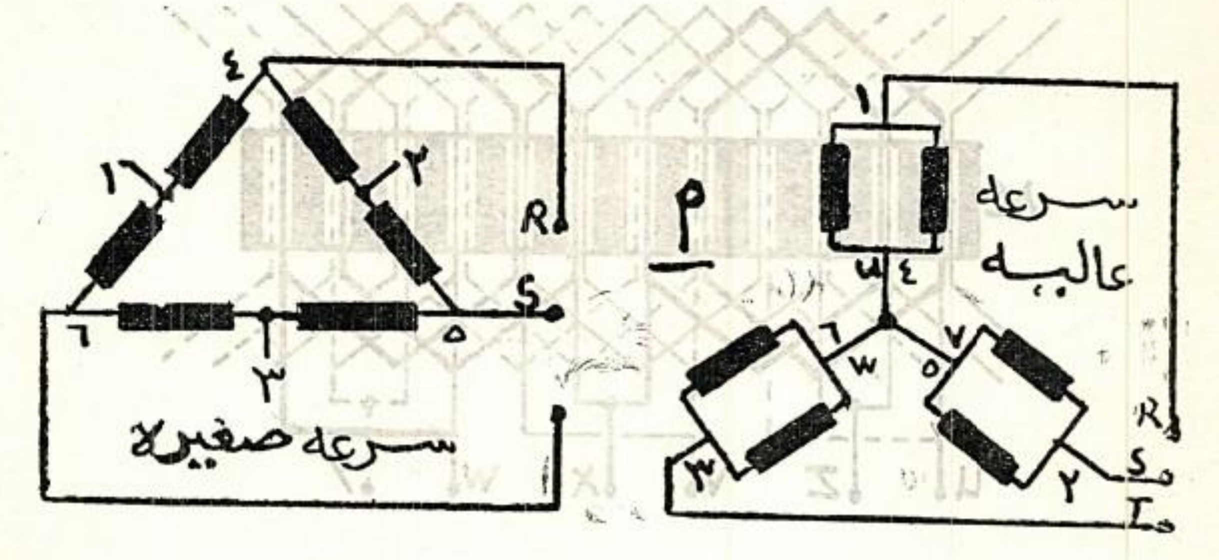
أما فى حالة النجمة الداخلية للحصول على السرعة الصغيرة توصل أطراف الينبوع الثلاثة مع بداية الاوجه الثلاثة مع ترك كل من أطراف الوسط وطرف نقطة النجمة دون أى توصيل .

للحصول على السرعة الكبيرة فى حالة النجمة الداخلية وصل أطراف الينبوع الثلاثة مع أطراف الوسط الثلاثة ثم وصل اطراف البدايات الثلاثة مع طرف نقطة النجمة وفى هذه الحالة تكون النجمة المزدوجة التى يترتب عليها تنفيذ قانون تغيير كل من قطر السلك وعدد لفات الملف .

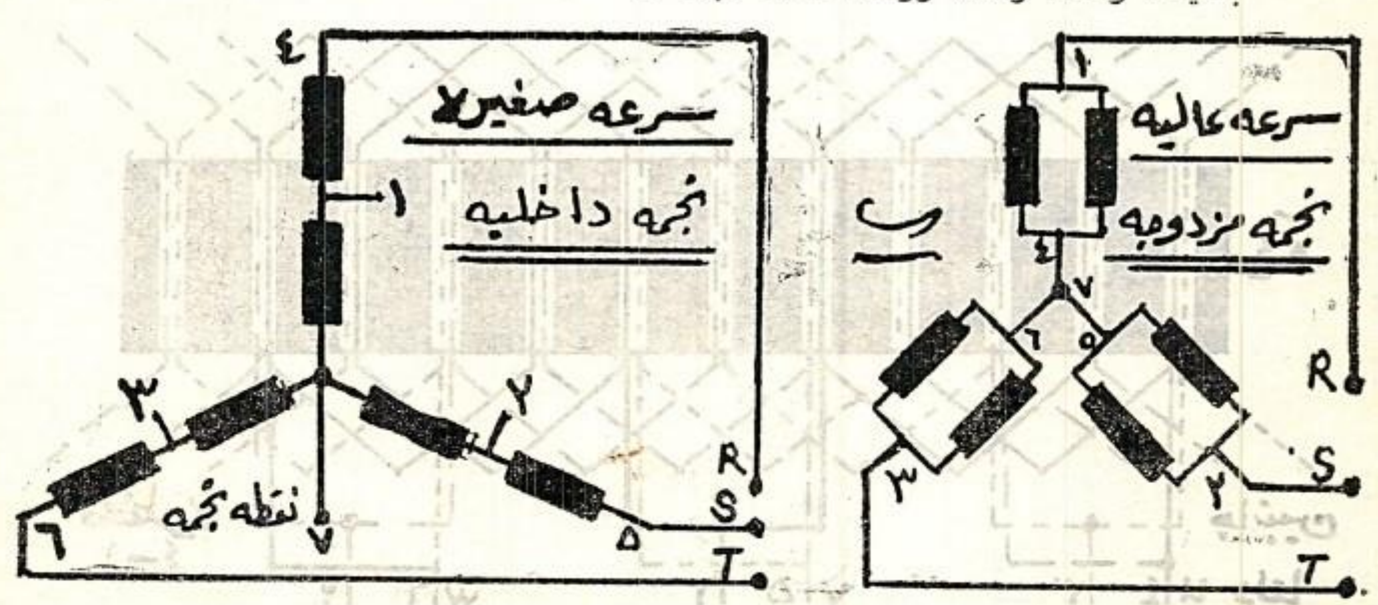
فى الرسومات الآتية الأرقام (١ ، ٢ ، ٣) هى أطراف الوسط وهى (X. Y. Z.)والأرقام (٤ ، ٥ ، ٦) هى اما رؤوس الدلتا أو أطراف بدايات الأوجه وهى (U, V, W) ورقم (٧) طرف نقطة النجمة .

كما أن الرسومات الآتية تبين توصيل الدلتا الداخلية والنجمة المزدوجة خارجيا وكذا النجمة الداخلية والنجمة المزدوجة خارجيا .

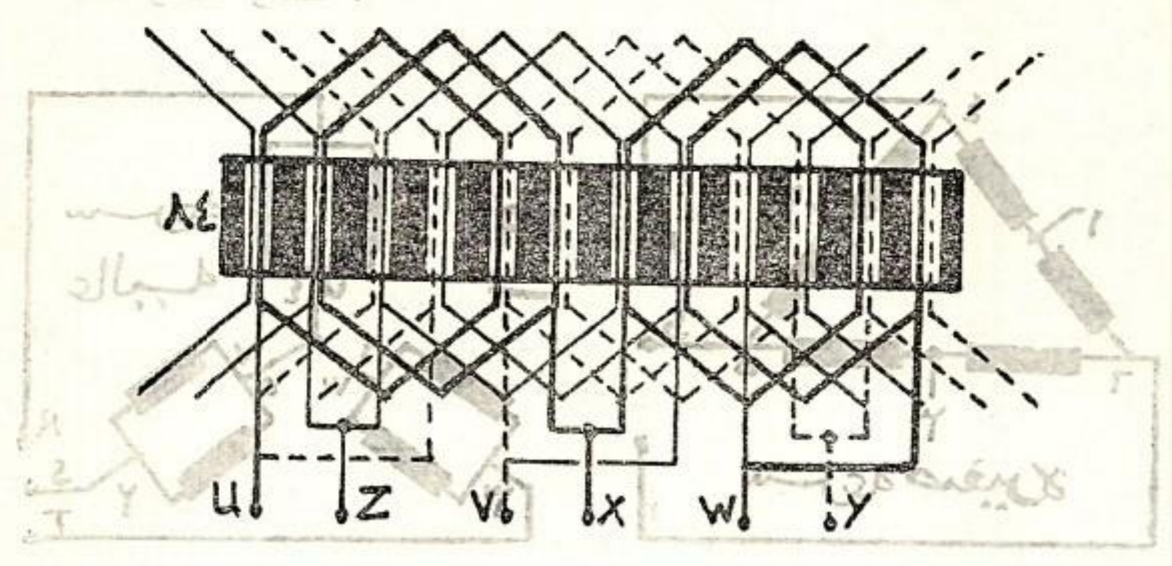
توصيل المجموعات والأوجه دلتا داخلية للسرعة الصغيرة ونجمة مزدوجة خارج المحرك للسرعة الكبيرة وعدد الأطراف ستة ثلاثه رؤوس دلتا وثلاثة وسط .



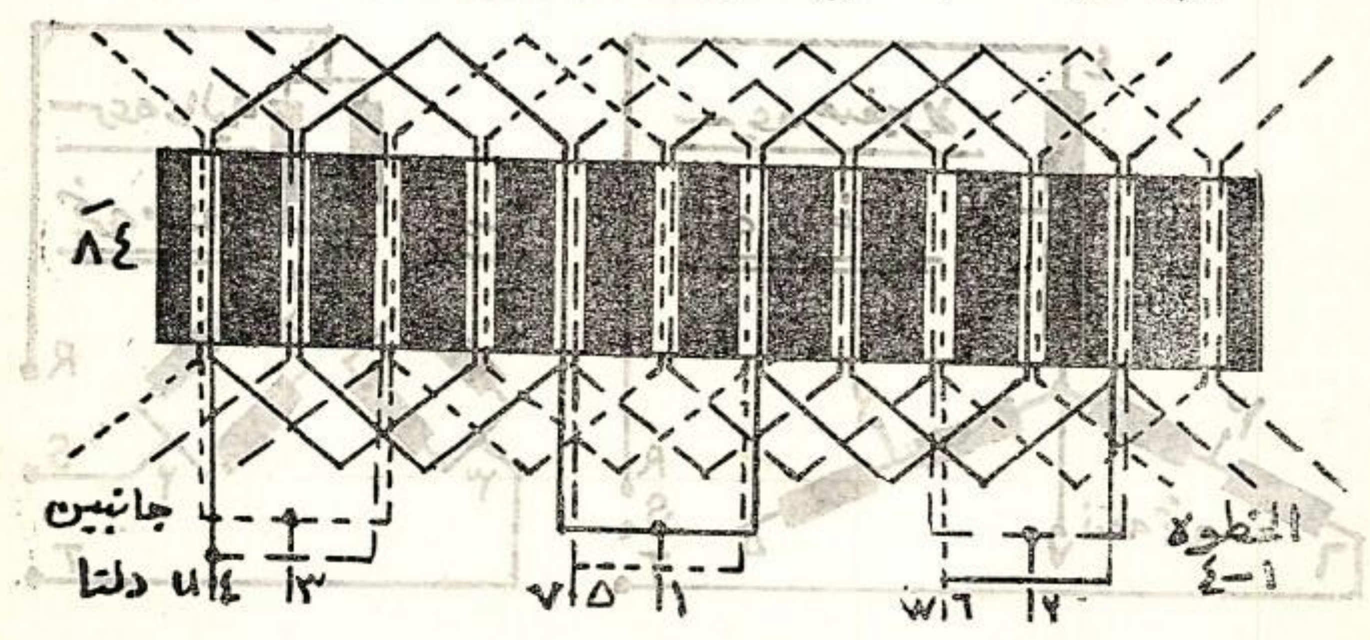
توصيل المجموعات والأوجه نجمة داخلية للسرعة الصغيرة ونجمة مزدوجة خارج المحرك للسرعة الكبيرة وعدد الأطراف سبعة ثلاثة بدايات وثلاثة وسط وواحد نقطة نجمة .



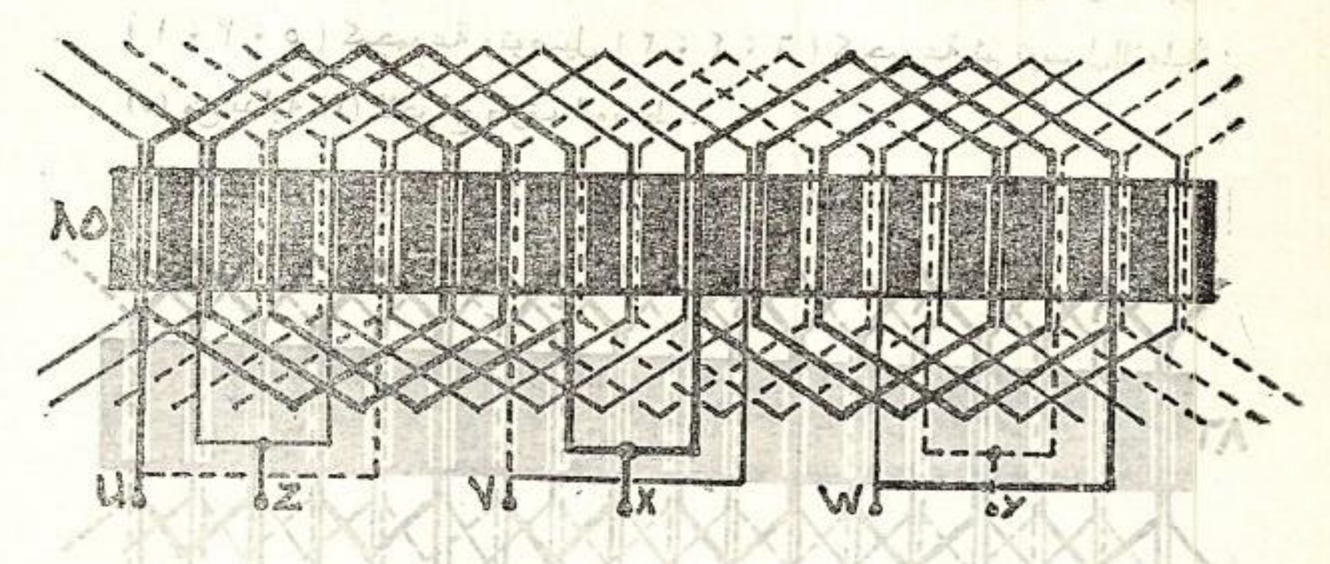
محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى سرعتين خطوة لف (١ ــ ٥) ٢/٤ قطب يمكن اعتبار (١ ، ٢ ، ٣) وهى أرقام الدلتا الداخلية (u. v. w) واعتبار (٤ ، ٥ ، ٦) وهى أرقام الوسط للسرعة الكبيرة (X. Y. Z.)



محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢/٤ قطب جانبين فى هذا المحرك الخطوة (١ ــ ٤) على أساس عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة (٣) + ١ = ٤ والتوصيل دلتا داخلية يمكن جعلها نجمة داخلية مع اخراج سبعة أطراف حسب الشرح السابق .



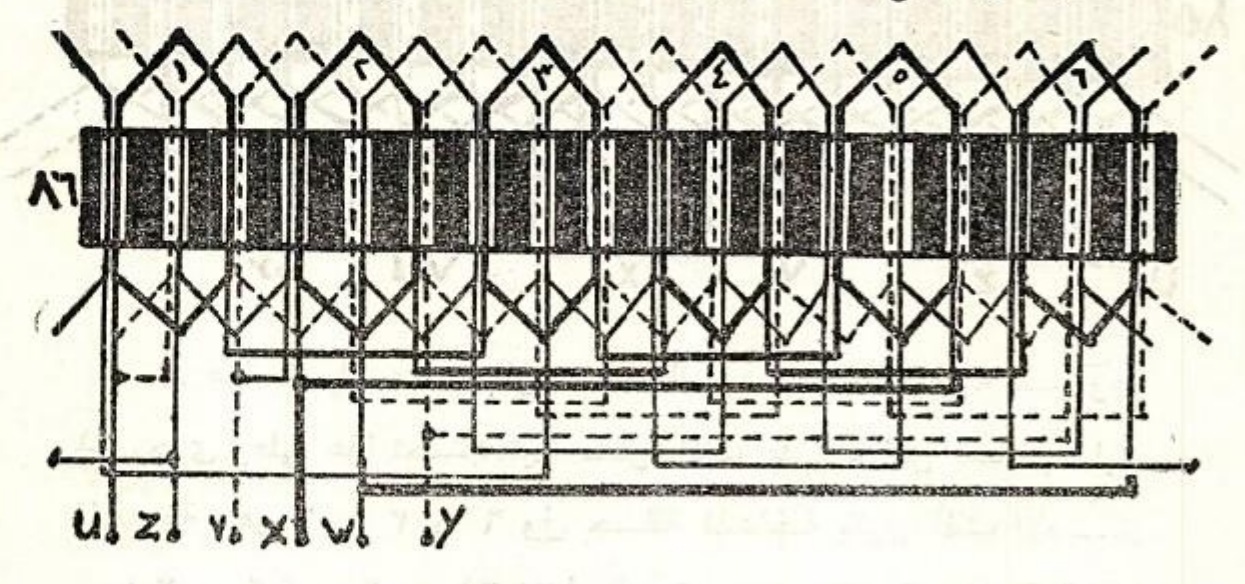
محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٦) ٢/٤ قطب



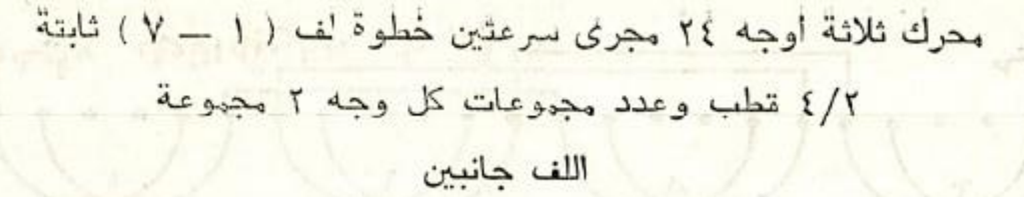
فى هذا المحرك عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة به كسر وهو ٤½ مجرى وعلى هذا تحسب قيمة خطوة الملف على أساس عدد مجارى المجموعة وهو ٣ + ٣ = ٦ وفى حالة المتداخلة يكون الملف الأصغر = (٣ ÷ ٢) + ٢ = ٣½ تعدل الى ٤ مجرى والثانى ٦ والثالث ٨ والمتوسط = ٦ وهو قيمة الخطوة الثابتة .

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٣) ١٢/٦ قطب وعدد مجموعات كل وجه ٦ مجموعة وفى هذه الحالة يكون توصيل (١ ، ٣ ، ٥) كمجموعة وتوصيل (٢ ، ٤ ، ٦) كمجموعة ثم توصيل النهاية (٥) مع بداية (٢) لاخراج طرف الوسط .

ينفذ فى جميع ملفات المجموعة للأوجه الثلاثة مع مراعاة البداية .



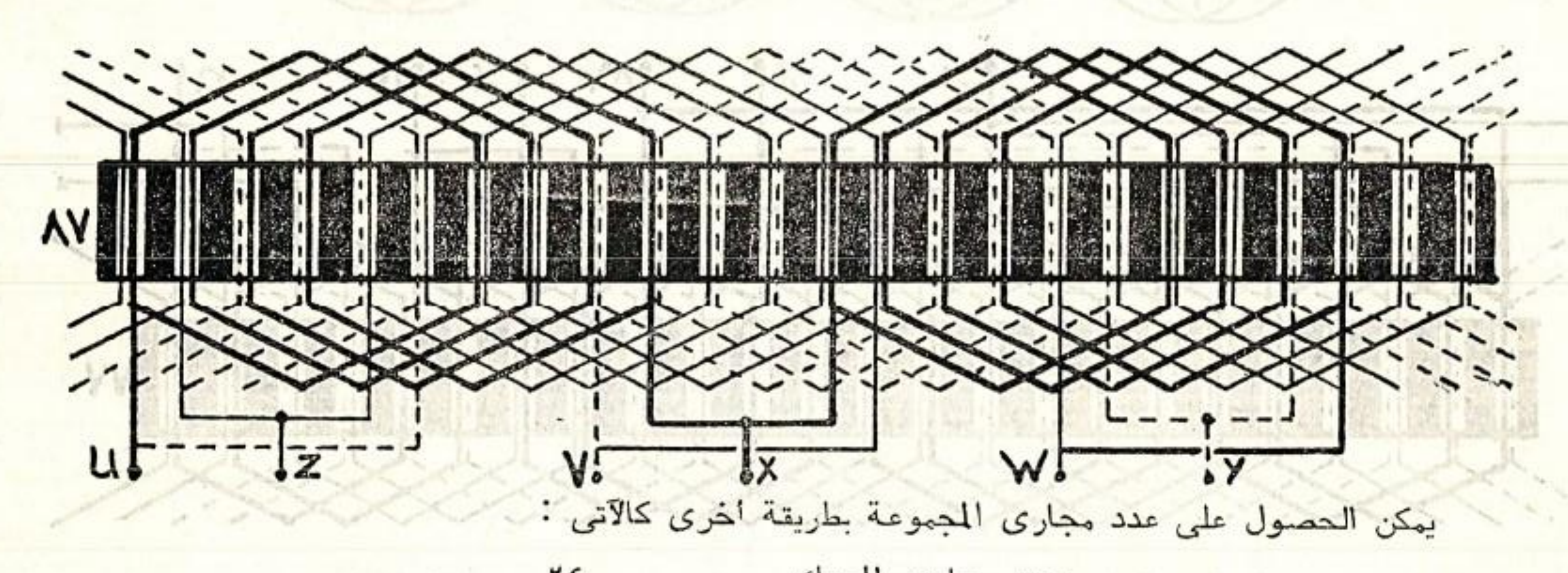
يختلف توصيل مجموعات الوجه فى حالة ٢/٤ قطب عن ٤/٨ قطب، عن ٦/١٢ قطب وذلك للحصول على مجموعتين فقط مهما كان عدد مجموعات الوجه ويمكن الحصول على المجموعتين فى حالة ٤/٨ قطب ، ٦/١٢ قطب وذلك عن طريق توصيل المجموعات ذات الرقم الفردى مع بعضها مكونة مجموعة والمجموعات ذات الرقم الزوجى مع بعضها مكونة مجموعة ثم توصل المجموعتين مع بعضها للحصول على طرف الوسط وذلك بتوصيل نهاية المجوعات الفردية مع بداية المجموعات الزوجية واخراج طرف من هذه الوصلة .



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٧) ثابتة

٢/٤ قطب وعدد مجموعات كل وجه ٢ مجموعة

اللف جانبين

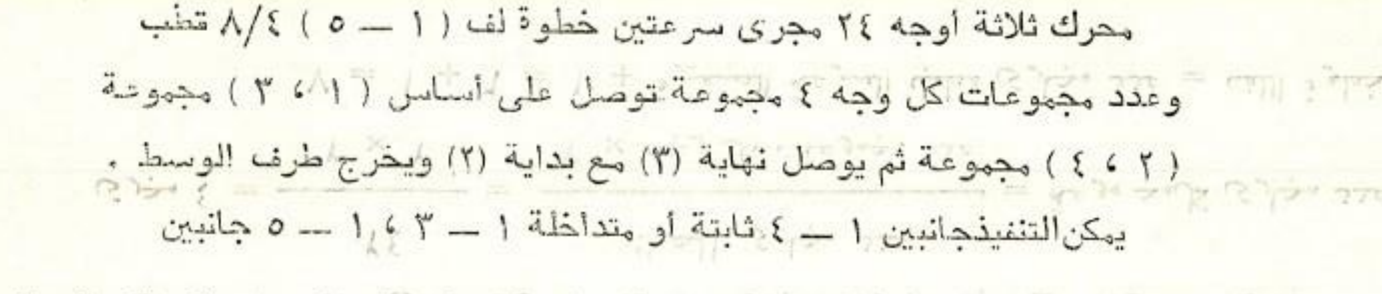


يمكن الحصول على عدد مجارى المجموعة بطريقة أخرى كالآتى :

$$\text{عدد مجارى كل مجموعة} = \frac{\text{عدد مجارى المحرك}}{\text{عدد مجموعات كل وجه} \times ٣} = \frac{٢٤}{٢ \times ٣} = ٤ \text{ مجرى}$$

خطوة اللف = عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة + ١ = ٦ + ١ = ٧

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٥) ٨/٤ قطب
وعدد مجموعات كل وجه ٤ مجموعة توصل على أساس (١ ، ٣) مجموعة
(٢ ، ٤) مجموعة ثم يوصل نهاية (٣) مع بداية (٢) ويخرج طرف الوسط .
يمكن التنفيذ جانبين ١ — ٤ ثابتة أو متداخلة ١ — ٣ ، ١,٤ — ٥ جانبين



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨/٤ قطب جانبين متداخلة

عدد مجارى المجموعة = $\frac{٢٤}{٣ \times ٤}$ = ٢ مجرى

خطوة الملف الأصغر = (٢ ÷ ٢) + ٢ = ٣ مجرى

خطوة الملف الثانى = ٣ + ٢ = ٥ مجرى

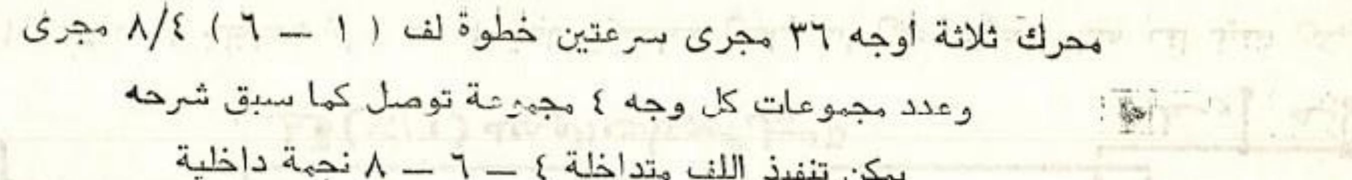
المحرك له سبعة أطراف توصيل (W - V - U) مع التيار سرعة صغيرة

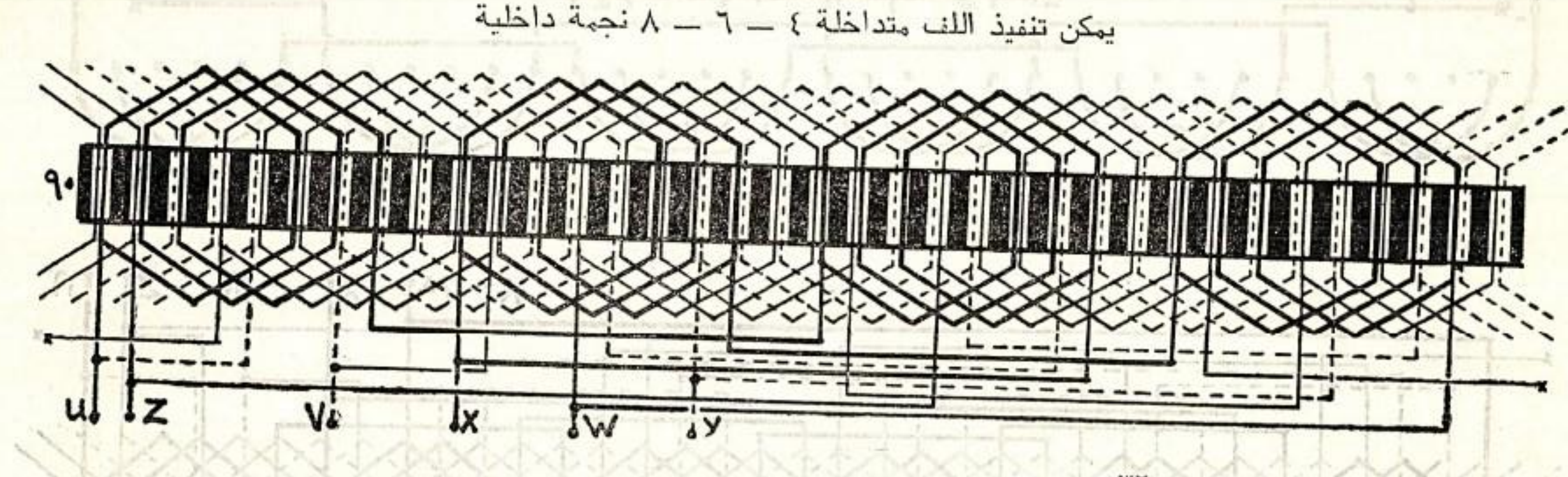
توصل (١ ، ٢ ، ٣) مع التيار مع توصيل (W - V - U) مع نقطة النجمة سرعة كبيرة

محركٌ ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٦) ٨/٤ مجرى

وعدد مجموعات كل وجه ٤ مجموعة توصل كما سبق شرحه

يمكن تنفيذ اللف متداخلة ٤ — ٦ — ٨ نجمة داخلية





عدد مجارى المجموعة = $\frac{٣٦}{٣ \times ٤}$ = ٣ مجرى

خطوة اللف ثابتة = عدد مجارى المجموعة + ٣ = ٦ مجرى لتواجد كسر

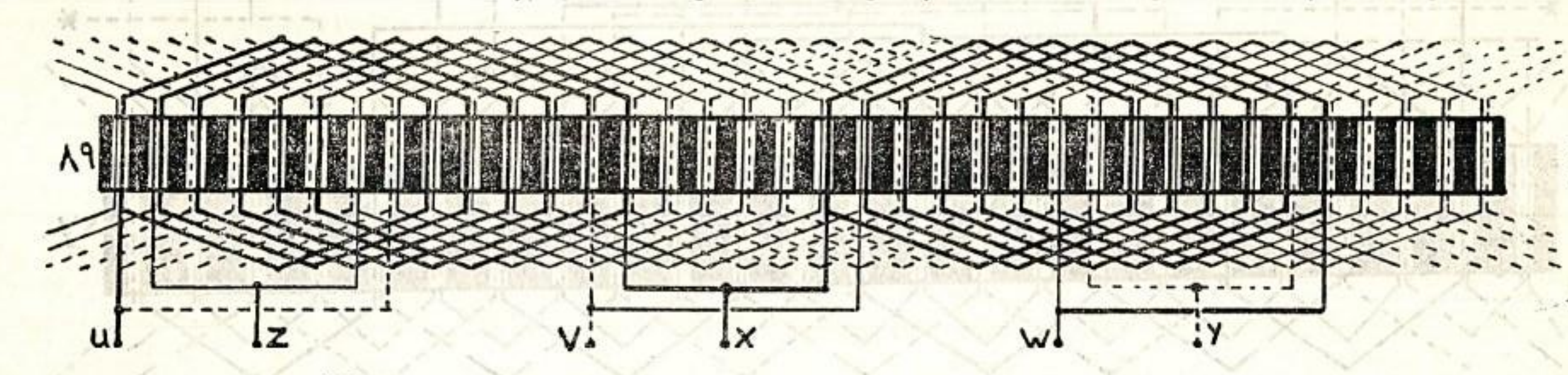
فى عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة الذى تحسب عليه قيمة الخطوة + ١

حساب خطوة الملف الأصغر متداخلة = (٣ ÷ ٢) + ٢ = ٣½ تعدل ٤

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٩) ٢/٤ قطب

عدد مجموعات كل وجه ٢ مجموعة

فى هذا المحرك يمكن جعل الخطـوة (١ — ١٠) مجـارى قطب السرعة الصغيرة + ١



يمكن لف هذا المحرك على أساس خطـوة متداخلة جانبين باعتبار عدد مجارى المجموعة = $\frac{٣٦}{٢ \times ٣}$ = ٦ مجرى

خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى المجموعة ÷ ٢) + ٢ = (٦ ÷ ٢) + ٢ = ٥ مجـرى والملف الثانى ٧ مجرى والثالث ٩ مجرى والرابع ١١ مجرى والخامس ١٣ مجرى والسادس ١٥ مجرى بمتوسط ١ — ١٠ .

تقسيم محركات ثلاثة أوجه

ثلاث سرعات

بعد التعرف على طريقة تقسيم وتوصيل محركات التيار المتغير التى تعمل على ثلاثة أوجه وتعطى سرعتين ننتقل بعد ذلك الى نفس المحركات ولكن لكى تعطى ثلاثة سرعات .

عند تقسيم هذه المحركات واعدادها للف الملفات الخاصة بسرعات المحرك الثلاث نجد أن عملية التقسيم هى العملية المتبعة فى حالة السرعتين من حيث البيانات المطلوبة وتنفيذ القوانين وقد يتبين هذا عند اتباع الآتى :

١ — أوجد عدد مجارى المحرك الكلية .

٢ — معرفة سرعات المحرك الثلاثة وتحويل كل منها الى ما يقابلها من عدد الأقطاب .

٣ — معرفة عدد مجموعة الوجه الواحد = عدد اقطاب السرعة الصغيرة ÷ ٢ = مجموعة .

٤ — معرفة عدد ملفات المجموعة الواحد =

$$\frac{\text{عدد المجارى الكلية} \times ٢}{\text{عدد أقطاب السرعة الصغيرة} \times ٣} = \text{ملف}$$

٥ — خطوة اللف = عدد ملفات المجموعة الواحدة + ٣ = مجرى

مثـــال

محرك ثلاثة أوجـــه يحتوى على ٢٤ مجرى تعطى سرعات مقدارها (٧٥٠ ، ١٤٢٥ ، ٢٨٥٠) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفه .

التقســيم

السرعة الأولى (٧٥٠) لفة/دقيقة = ٨ قطب

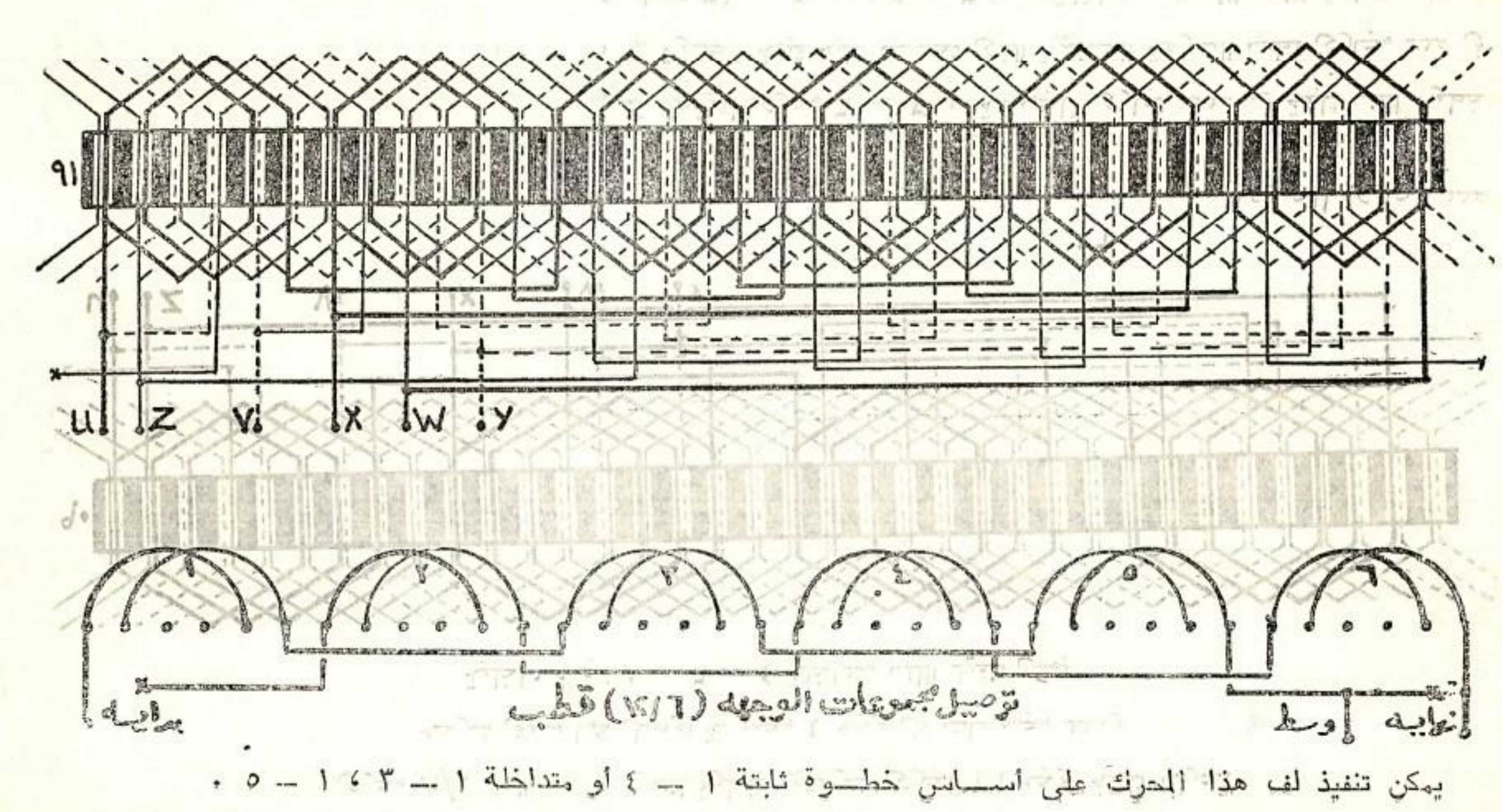
السرعة الثانية (١٤٢٥) لفة/دقيقة = ٤ قطب

السرعة الثالثة (٢٨٥٠) لفة/دقيقة = ٢ قطب

عدد مجموعات كل وجه = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة .

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٥) ٦/١٢ قطب

عدد مجموعات كل وجه ٦ مجموعة توصل كما سبق شرحه



توصيل مجموعات الوجه (٦/١٢) قطب

يمكن تنفيذ لف هذا المحرك على أســاس خطـوة ثابتة ١ — ٤ أو متداخلة ١ — ٣ ، ١ — ٥ .

توصيل ارقام المجموعات

فى هذا التقسيم تخرج جميع بدايات ونهايات المجموعات الى خــارج المحرك حاملة ارقامها وعن طريق التوصيل لهذه الأرقام وبعضها بمــكن الحصول على السرعات المطلوبة حسب الآتى :

للحصول على السرعات فى حالة (٢/٨٤/) قطب

توصيل المجموعــات لتشــغيل المحــرك عــلى (٢ قطب) (٢٨٠٠ لفة/دقيقة) .

(B 1 مع A 7, B 7 مع B 2, A 2 مع B 8)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 5 مع A 11. B 11 مع B 6 A 6 مع B 12)

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 4 مع A 10. B 10 مع B3, A3 مع B 9)

أطراف رءوس الدلتا وهى أطراف توصيل التيار

(A 4 مع A 1) طرف R (A 5 مع A 8) طرف S (A g مع A 12) طرف T

توصيل المجموعات لتشــغيل على (٤ قطب) (١٤٠٠ لفة/دقيقة)

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(A 7 مع B 1) , (B 4 مع A 10)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 5 مع A 11) , (A 2 مع B 8)

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 3 مع A g) , (A 12 مع B 6)

توصيل نقطة النجمة المزدوجة

(A 1 مع B 10 مع A 5 مع B 2 مع A 3 مع A 12)

أطراف توصيل التيار

(B 7, A 4) طرف R (A 8 مع B 11) طرف S (A 6 مع B 9) طرف T

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{٢ \times ٢٤}{٣ \times ٨} = ٢ \text{ ملف}$$

خطوة اللف = ٢ + ٣ = ١ — ٥ مجرى

مثــال آخــر

محرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٣٦ مجرى يعطى سرعــات مقدارها (٧٠٠ ، ١٤٠٠ ، ٢٨٠٠) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفه .

التقســيم

السرعة الأولى (٧٠٠) لفة/دقيقة = ٨ قطب

السرعة الثانية (١١٤٠) لفة/دقيقة = ٤ قطب

السرعة الثالثة (٢٨٠٠) لفة/دقيقة = ٢ قطب

عدد مجموعات الواحد = ٨ ÷ ٢ = ٤ = ٤ مجموعة .

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{٢ \times ٣٦}{٣ \times ٨} = ٣ \text{ مجموعة}$$

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ١ — ٦ مجرى

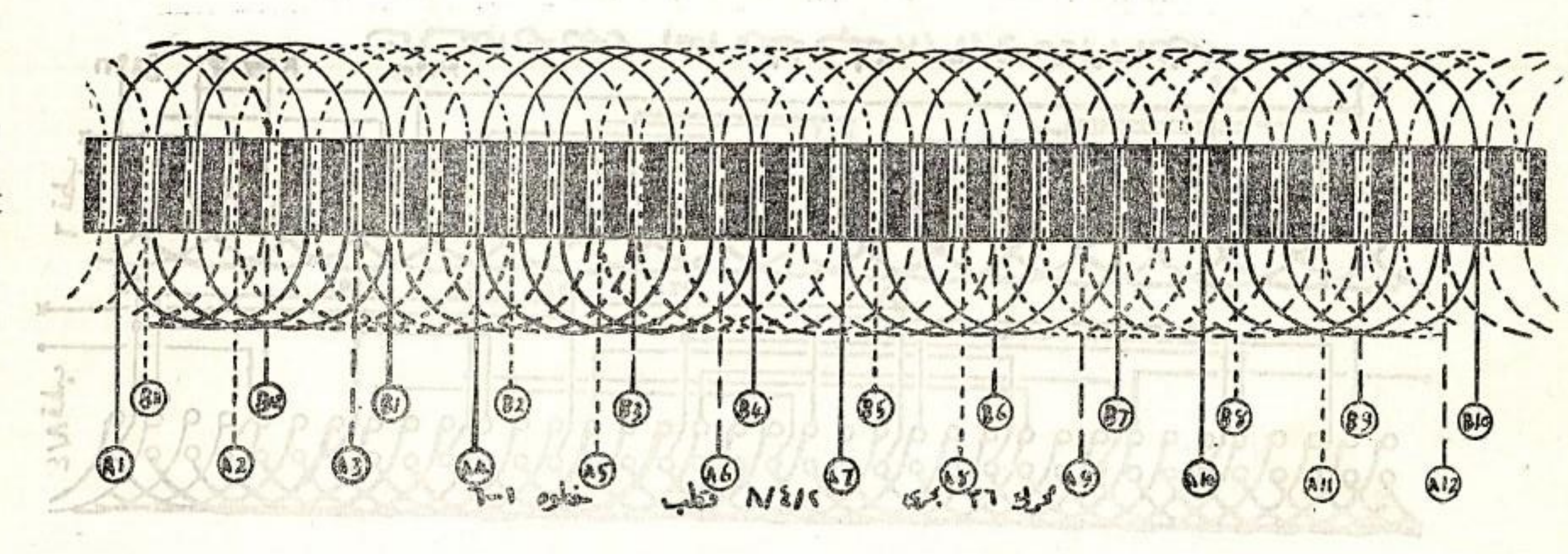
بعد عملية التقسيم السابقة لأى محرك يحتوى على ثلاثة سرعات نبدأ فى عملية اعداد الملفات على اساس جانبان فى المجرى ويكون مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف على أساس ان المحرك سرعة واحدة وهى السرعة الصغيرة .

عند اسقاط الملفات نبدأ بملفات المجموعة الأولى للوجه الأول ونعطى لبدايتها رقم (A 1) ونهايتها رقم (B 1) ثم اعطى للمجموعة التى تليها وهى لوجه آخر عند اسقاطها البداية (A 2) والنهاية (B 2) وهــكذا المجموعة الثالثة عند اسقاطها بدايتها (A 3) ونهايتها (B 3) استمر فى هذا التسلسل للأرقام والمجموعات عند اسقاطها حتى تنتهى كل المجموعات . وبذلك نجد فى حالة المحرك (٢/٤/٨) قطب سواء كان ٢٤ مجرى أو ٣٦ مجرى يخرج لنا اثنى عشر طرفا بداية واثنى عشر طرفا نهاية — اخــرج هذه الأطراف جميعها الى علبة التوزيع حيث لا يوجد توصــيل مجموعات داخل المحرك كما هو الحال فى السرعتين .

انفراد لف محرك ٣ أوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات

٨/٤/٢ قطب

اتبع فى تنفيذ هذا المحرك كل ما جاء فى المحرك السابق



توصيل المجموعات لتشغيل المحرك على (٨ قطب) (٧٠٠ لفة/دقيقة ؛

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(A 2 مع A 8, B 8 مع A 11, B11 مع B5)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 1 مع R 7, A 7 مع B 4, A 4 مع A 10)

الوجه الثالث وصل ارقام الآتية مع بعضها

(B 3 مع B 9, A 9 مع B 6, A 6 مع A 12)

توصيل نقطة النجمة

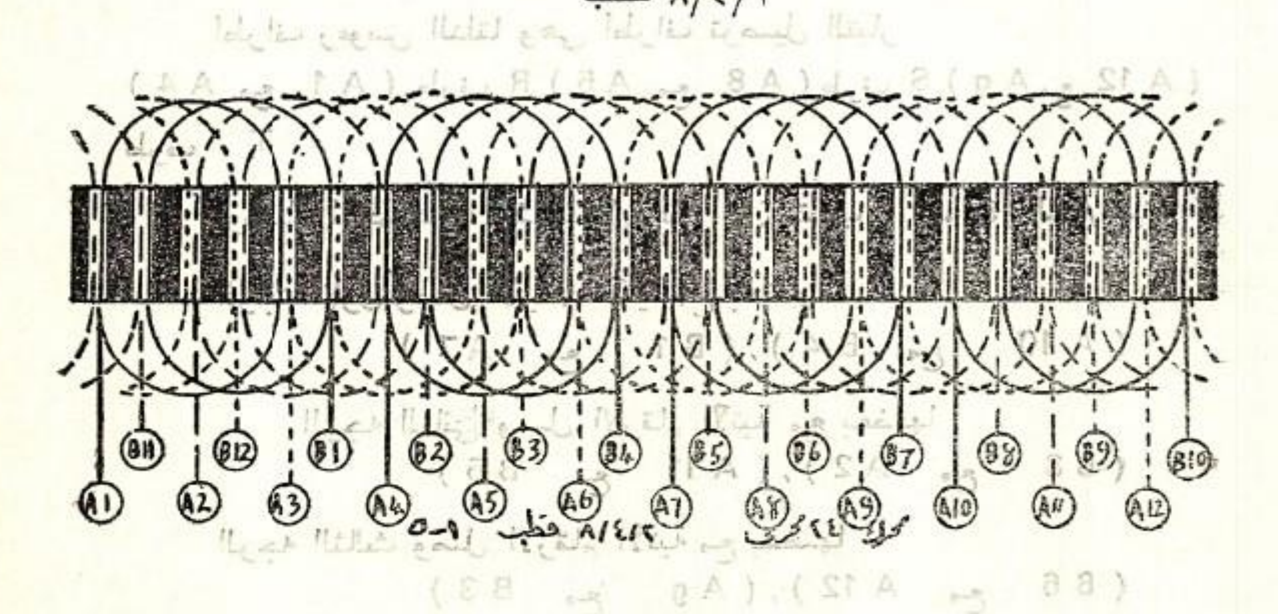
(A 1 مع A 3 مع A 5)

أطراف توصيل التيار

(B 2) طرف R (B 10) طرف S (B 12) T طرف

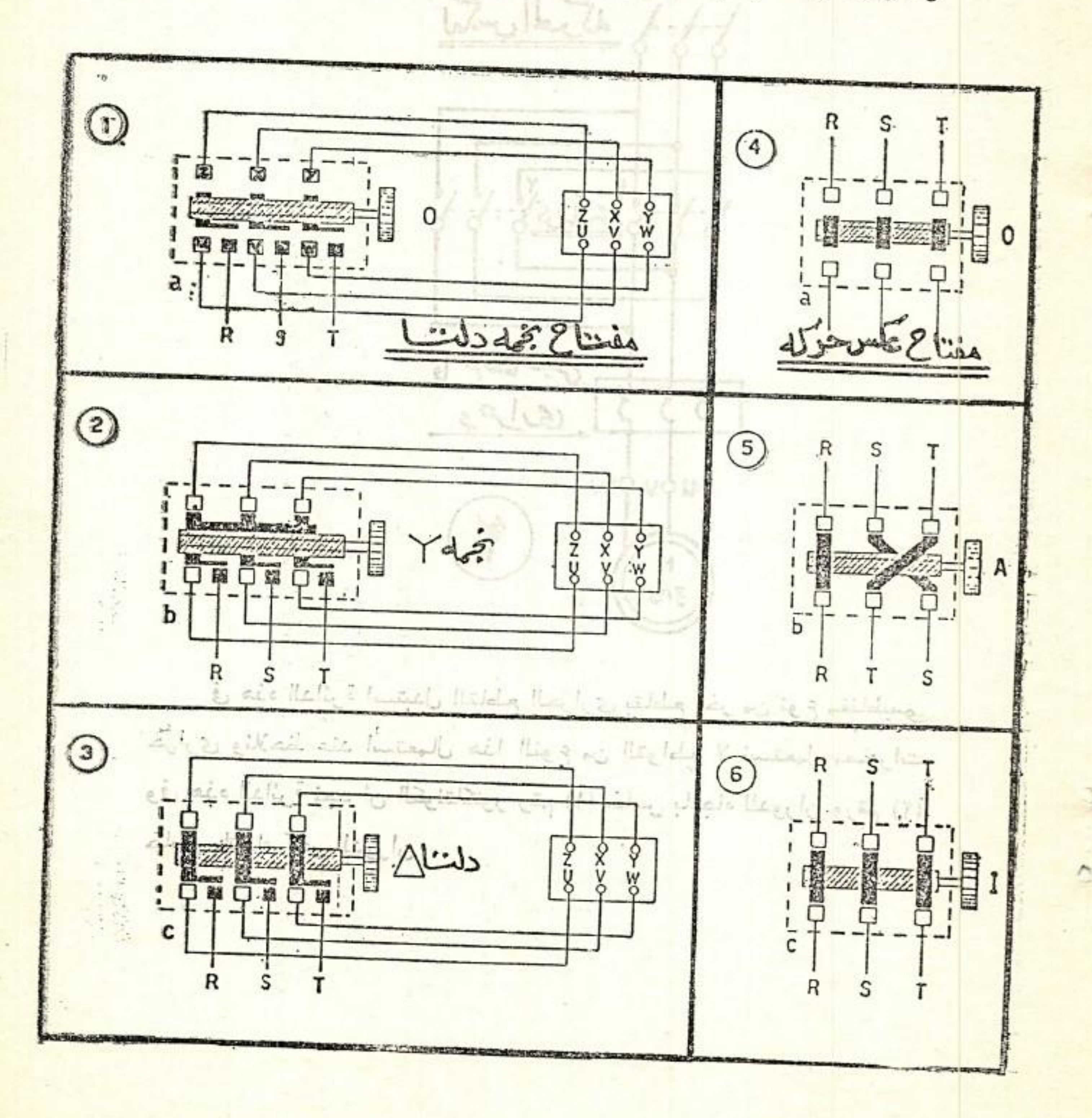
انفراد لف محرك ٣ اوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات

٢/٤/٨ قطب

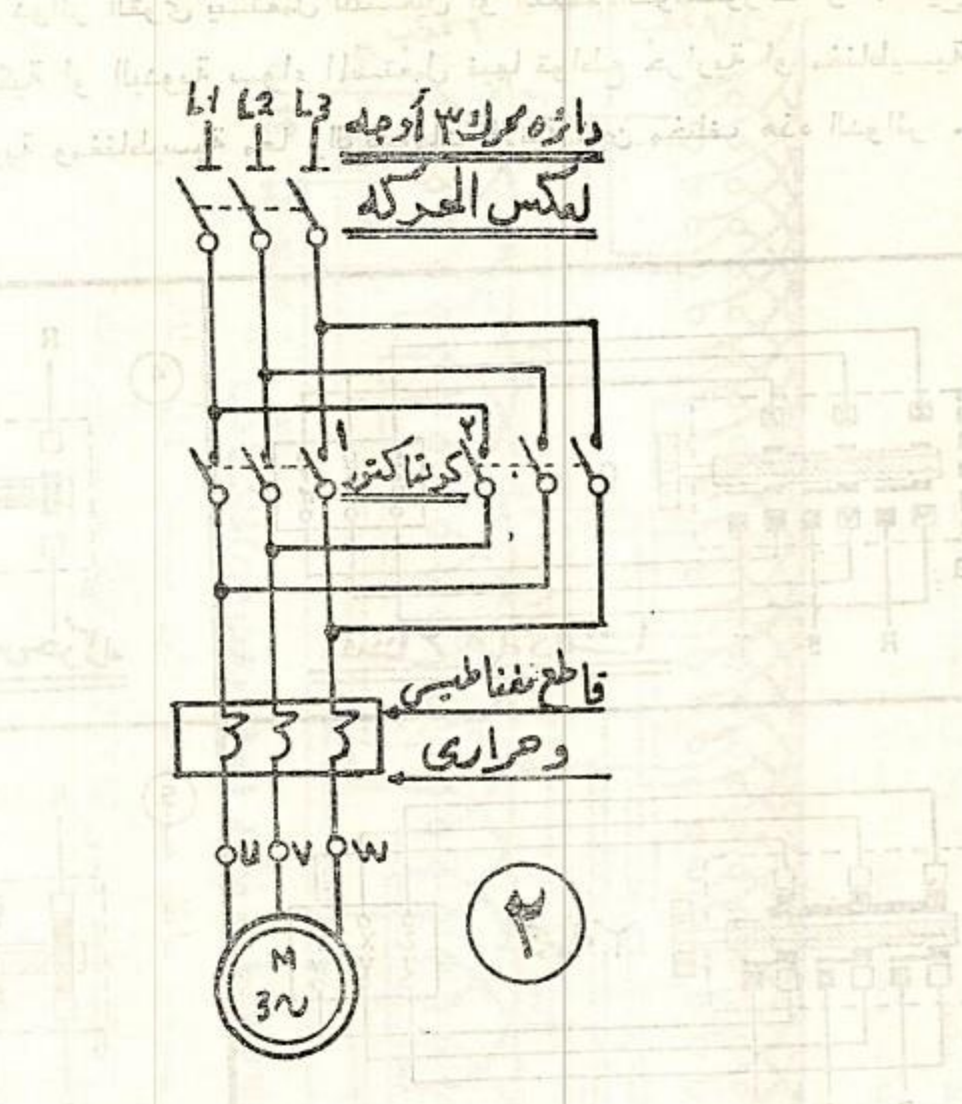


دوائر التشغيل والتحكم

فى دوائر القوى يستعمل للتشغيل أو التحكم الكونتكتورات أو المفاتيح الأتوماتيكية أو اليدوية سواء المستعمل فيها قواطع حرارية أو مغناطيسية أو حرارية ومغناطيسية معا والرسومات الآتية تبين مختلف هذه الدوائر .

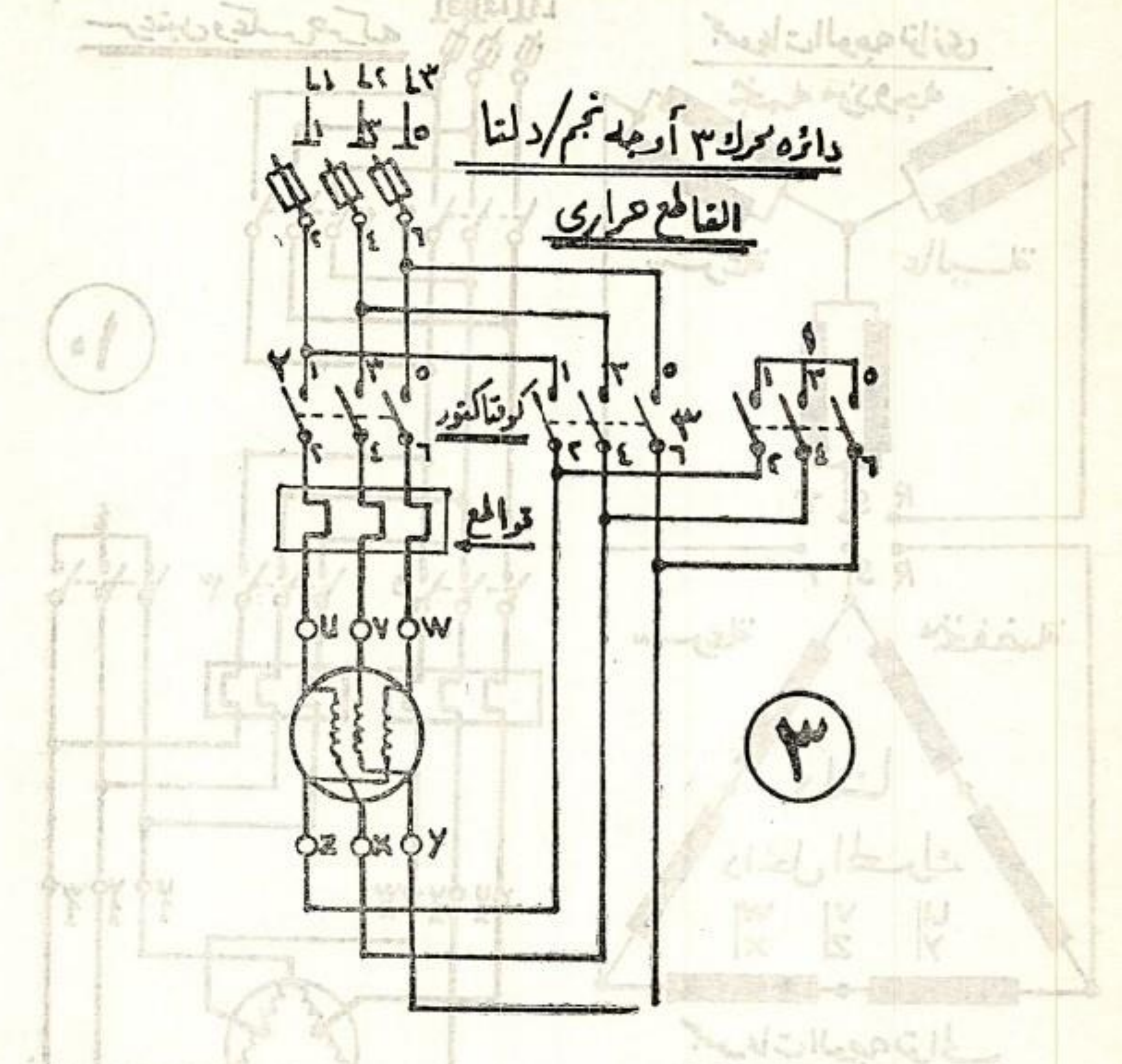


دائرة لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه



فى هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى بقاطع آخر من نوع مغناطيسى حرارى ونلاحظ عند استعمال هذا النوع من القواطع لا نستعمل مصهرات وفى هذه الدائرة نجد أن الكونتاكتور رقم (١) خاص باتجاه للدوران ورقم (٢) خاص باتجاه آخر للدوران .

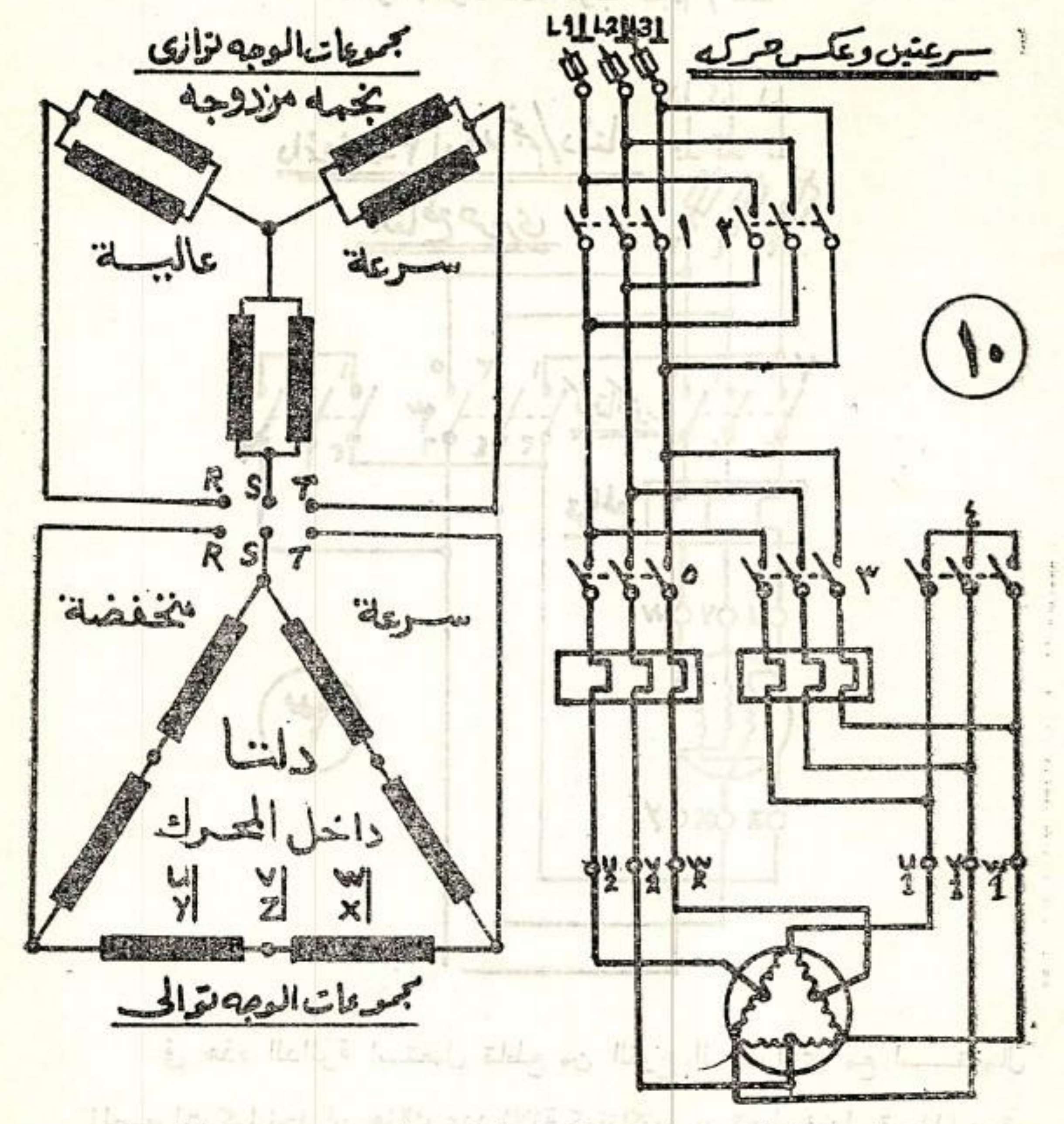
دائرة محرك ثلاثة أوجه نجم / دلتا



فى هذه الدائرة استعمل قاطع من النوع الحرارى مع استعمال المصهرات كما نجد أن هناك عدد ثلاثة كونتاكتور يستعمل فيها رقم (١) ورقم (٢) لتشغيل المحرك نجمة مع ترك رقم (٣) دون استعمال .

عند تحويل المحرك على الدلتا يفتح الكونتاكتور رقم (١) ويوصل رقم (٣) مع رقم (٢) باقى التوصيل .

دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع عكس الحركة



فى هذه الدائرة استعمل عدد اثنين قاطع حرارى وعدد خمسة كونتاكتور ولتشغيل المحرك للحصول على سرعة معينة وفى اتجاه معين نتبع الآتى :

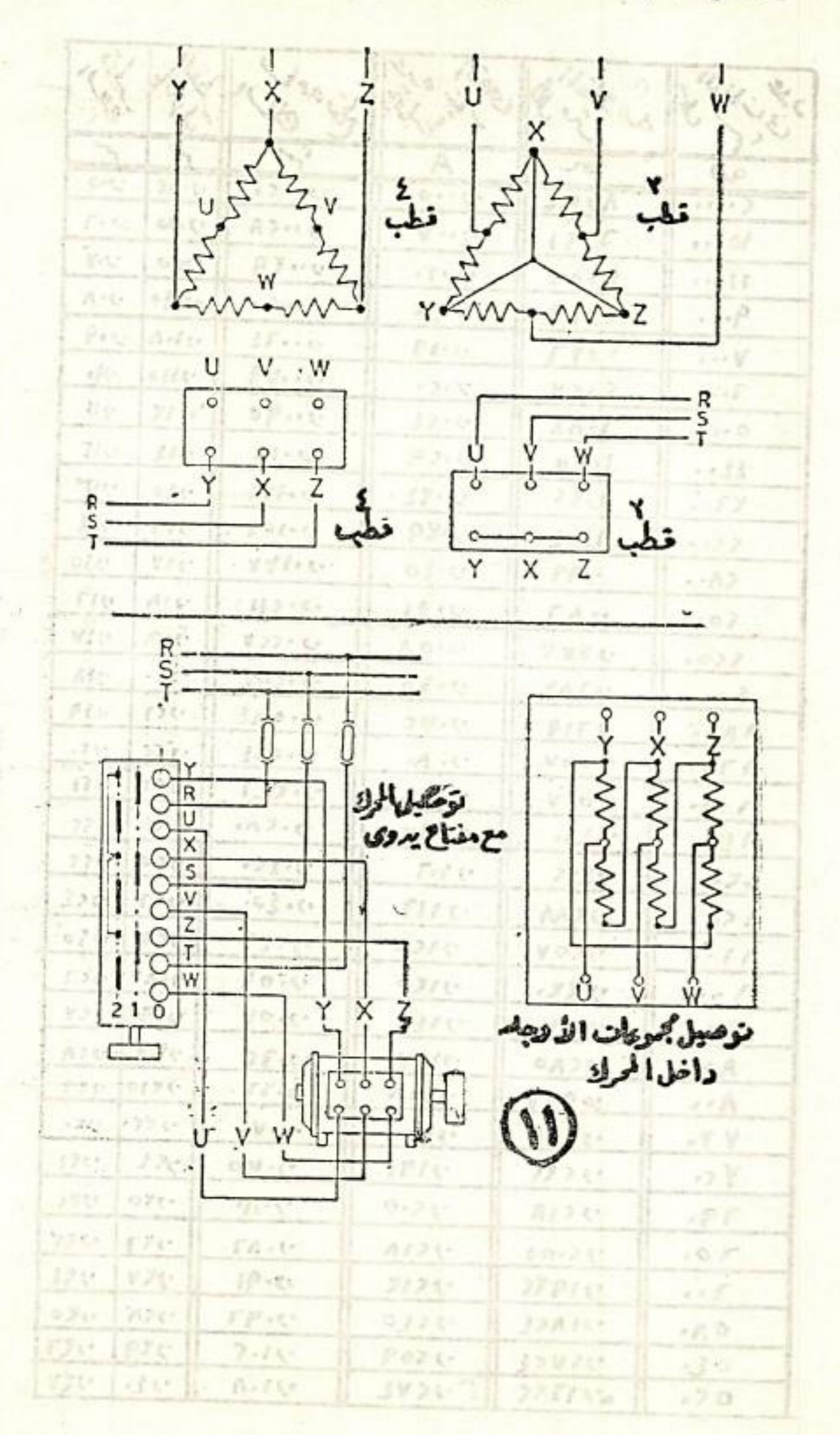
١ — للحصول على سرعة منخفضة فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٣) .

٢ — للحصول على سرعة منخفضة فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) .

٣ — للحصول على سرعة عالية فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٤) ورقم (٥) .

٤ — للحصول على سرعة عالية فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٤) ورقم (٥) .

دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع مفتاح يدوى



جدول قطر ومساحة مقطع أسلاك اللف وشدة التيار

قطر السلك	القطر بالعزل	مساحة مقطع السلك	أقصى شدة تيار يتحملها	المقاومة لكل متر	عدد اللفات في كل سم²
مم	مم	مم²	A	Ω	لفة
٠و٠٥	٠و٠٦٢	٠و٠٠٢٠	٠و٠٠٥	٨و٩٤	٢٠٠٠٠
٠و٠٦	٠و٠٧٥	٠و٠٠٢٨	٠و٠٠٧	٦و٢١	١٥٠٠٠
٠و٠٧	٠و٠٨٥	٠و٠٠٣٩	٠و٠١٠	٤و٥٦	١١٠٠٠
٠و٠٨	٠و٠٩٥	٠و٠٠٥٠	٠و٠١٣	٣و٤٩	٩٠٠٠
٠و٠٩	٠و١٠٨	٠و٠٠٦٤	٠و٠١٦	٢و٧٦	٧٠٠٠
٠و١٠	٠و١١٥	٠و٠٠٧٩	٠و٠٢٠	٢و٢٤	٦٠٠٠
٠و١١	٠و١٢	٠و٠٠٩٥	٠و٠٢٤	١و٨٤	٥٠٠٠
٠و١٢	٠و١٤	٠و٠١١٣	٠و٠٢٩	١و٥٥	٤٤٠٠
٠و١٣	٠و١٥	٠و٠١٣٣	٠و٠٣٤	١و٣٢	٣٦٠٠
٠و١٤	٠و١٦	٠و٠١٥٤	٠و٠٣٩	١و١٤	٣٢٠٠
٠و١٥	٠و١٧	٠و٠١٧٧	٠و٠٤٥	٠و٩٩	٢٨٠٠
٠و١٦	٠و١٨	٠و٠٢٠١	٠و٠٥١	٠و٨٦	٢٥٠٠
٠و١٧	٠و١٩	٠و٠٢٢٧	٠و٠٥٨	٠و٧٧٢	٢٢٥٠
٠و١٨	٠و٢٠	٠و٠٢٥٤	٠و٠٦٥	٠و٦٨٩	٢٠٠٠
٠و١٩	٠و٢١	٠و٠٢٨٤	٠و٠٧٢	٠و٦١٩	١٨٠٠
٠و٢٠	٠و٢٢	٠و٠٣١٤	٠و٠٨٠	٠و٥٥٧	١٦٥٠
٠و٢١	٠و٢٣	٠و٠٣٤٦	٠و٠٨٨	٠و٥٠٧	١٥٠٠
٠و٢٢	٠و٢٤	٠و٠٣٨٠	٠و٠٩٧	٠و٤٦٠	١٤٠٠
٠و٢٣	٠و٢٥	٠و٠٤١٥	٠و١٠٦	٠و٤٢٢	١٣٠٠
٠و٢٤	٠و٢٦	٠و٠٤٥٠	٠و١١٦	٠و٣٨٨	١٢٥٠
٠و٢٥	٠و٢٧	٠و٠٤٩	٠و١٢٥	٠و٣٥٧	١١٠٠
٠و٢٦	٠و٢٨٥	٠و٠٥٣	٠و١٣٥	٠و٣٣٠	١٠٠٠
٠و٢٧	٠و٢٩٥	٠و٠٥٧	٠و١٤٥	٠و٣٠٦	٩٥٠
٠و٢٨	٠و٣٠٥	٠و٠٦٢	٠و١٥٧	٠و٢٨٥	٨٧٠
٠و٢٩	٠و٣١٥	٠و٠٦٦	٠و١٦٨	٠و٢٦٦	٨٠٠
٠و٣٠	٠و٣٢	٠و٠٧١	٠و١٨٠	٠و٢٤٨	٧٧٠
٠و٣١	٠و٣٤	٠و٠٧٥	٠و١٩٢	٠و٢٣٢	٧٢٠
٠و٣٢	٠و٣٥	٠و٠٨٠	٠و٢٠٥	٠و٢١٨	٦٩٠
٠و٣٣	٠و٣٦	٠و٠٨٦	٠و٢١٨	٠و٢٠٥١	٦٥٠
٠و٣٤	٠و٣٧	٠و٠٩١	٠و٢٣٢	٠و١٩٣٢	٦٠٠
٠و٣٥	٠و٣٨	٠و٠٩٦	٠و٢٤٥	٠و١٨٢٤	٥٨٠
٠و٣٦	٠و٣٩	٠و١٠٢	٠و٢٥٩	٠و١٧٢٤	٥٤٠
٠و٣٧	٠و٤٠	٠و١٠٨	٠و٢٧٤	٠و١٦٣٢	٥٢٠

(تابع) جدول اسلاك اللف

عدد اللفات في كل سم	المقاومة لكل متر	أقصى شدة تيار يتحملها	مساحة مقطع السلك	القطر بالعزل	قطر السلك
٥٠٠	٠٫١٥٤٧	٠٫٢٨٩	٠٫١١٣	٠٫٤١	٠٫٣٨
٤٧٥	٠٫١٤٦٩	٠٫٣٠٤	٠٫١٢٠	٠٫٤٢	٠٫٣٩
٤٥٠	٠٫١٣٩٦	٠٫٣٢٠	٠٫١٢٦	٠٫٤٣	٠٫٤٠
٤٢٠	٠٫١٢٦٦	٠٫٣٥٣	٠٫١٣٩	٠٫٤٥	٠٫٤٢
٣٩٠	٠٫١٢٠٩	٠٫٣٧٠	٠٫١٤٥	٠٫٤٦	٠٫٤٣
٣٧٠	٠٫١١٠٣	٠٫٤٠٥	٠٫١٥٩	٠٫٤٨	٠٫٤٥
٣٣٠	٠٫١٠١٢	٠٫٤٤٢	٠٫١٧٣	٠٫٥٠	٠٫٤٧
٣٢٠	٠٫٠٩٧٠	٠٫٤٦١	٠٫١٨١	٠٫٥١	٠٫٤٨
٣٠٠	٠٫٠٨٩٤	٠٫٥٠٠	٠٫١٩٦	٠٫٥٤	٠٫٥٠
٢٥٠	٠٫٠٧٣٨	٠٫٦٠٥	٠٫٢٣٨	٠٫٥٩	٠٫٥٥
٢١٠	٠٫٠٦٢١	٠٫٧٢٠	٠٫٢٨٣	٠٫٦٤	٠٫٦٠
١٨٠	٠٫٠٥٣٢	٠٫٨٤٥	٠٫٣٣٢	٠٫٦٩	٠٫٦٥
١٦٠	٠٫٠٤٥٥	٠٫٩٨٠	٠٫٣٨٥	٠٫٧٤	٠٫٧٠
١٤٠	٠٫٠٣٩٥	١٫١٢٥	٠٫٤٤٧	٠٫٧٩	٠٫٧٥
١٢٠	٠٫٠٣٤٨	١٫٢٨٠	٠٫٥٠٤	٠٫٨٤	٠٫٨٠
١١٠	٠٫٠٣١٨	١٫٤٤٥	٠٫٥٧٠	٠٫٩٠	٠٫٨٥
١٠٠	٠٫٠٢٧٥	١٫٦٢٠	٠٫٦٣٦	٠٫٩٤	٠٫٩٠
٩٠	٠٫٠٢٤٦	١٫٨٥٠	٠٫٧١١	١٫—	٠٫٩٥
٨٣	٠٫٠٢٢٣	٢٫—	٠٫٧٨٦	١٫٠٥	١٫—
٦٧	٠٫٠١٨٤	٢٫٤٢٠	٠٫٩٥١	١٫١٦	١٫١٠
٥٥	٠٫٠١٥٥	٢٫٨٨٠	١٫١٣١	١٫٢٦	١٫٢٠
٤٥	٠٫٠١٣٢	٣٫٣٨٠	١٫٣٢٩	١٫٣٦	١٫٣٠
٤٠	٠٫٠١١٤	٣٫٩٢٠	١٫٥٤٠	١٫٤٦	١٫٤٠
٣٣	٠٫٠٠٩٩	٤٫٥٠٠	١٫٧٧٠	١٫٥٦	١٫٥٠
٢٨	٠٫٠٠٨٧	٥٫١٢٠	٢٫٠١٥	١٫٦٦	١٫٦٠
٢٤	٠٫٠٠٧٧	٥٫٧٨٠	٢٫٢٧٥	١٫٧٦	١٫٧٠
٢٠	٠٫٠٠٧٣	٦٫١٢٥	٢٫٣٦٥	١٫٨١	١٫٧٥
١٧	٠٫٠٠٦٩	٦٫٤٨٠	٢٫٥٤٥	١٫٨٦	١٫٨٠
١٤	٠٫٠٠٦٢	٧٫٢٢٠	٢٫٨٤٠	١٫٩٦	١٫٩٠
١٢	٠٫٠٠٥٦	٨٫—	٣٫١٤٢	٢٫٠٧	٢٫—
١٠	٠٫٠٠٤٦	٩٫٥٠٠	٣٫٨٠٠	٢٫٢٧	٢٫٢٠
٧	٠٫٠٠٣٦	١٢٫٣٠٠	٤٫٩١٠	٢٫٥٧	٢٫٥٠

أقصى تيار يسمح بمروره فى الأسـلاك المعزولة بالمطاط والبلاستيك

نحـــاس

المقطع الاسمى	تكوين الموصل	المقطع مم² الفعلى	المقاومة عند درجة ٢٠ °م	شدة التيار
١ مم²	١ × ١,١٠ مم	٠,٩٥٠	١٨,٥ أوم / كم	٥
١,٥	١ × ١,٤٠	١,٥٤٠	١١,٤٠	٧
٢	١ × ١,٦٠	٢,٠١٠	٨,٧٣	١٠
٣	٧ × ٠,٧٤	٣,٠١٠	٥,٨٤٠	١٥
٤	٧ × ٠,٨٥	٣,٩٧٤	٤,٢٦٠	٢٢
٦	٧ × ١,٠٥	٦,٠٦١	٢,٨٥٦	٢٨
١٠	٧ × ١,٣٠	٩,٢٩١	١,٧٥٥	٣٥
١٦	٧ × ١,٧٠	١٥,٨٨٩	١,١٠٧	٤٢
٢٥	١٩ × ١,٣٠	٢٥,٢١٨	٠,٦٤٩	٦٥
٣٥	١٩ × ١,٥٠	٣٣,٥٨٠	٠,٥٢٦	٨٠
٥٠	١٩ × ١,٨٠	٤٨,٤٣٩	٠,٣٣٦	١١٠
٧٠	١٩ × ٢,١٠	٦٥,٨٠٨	٠,٢٣٥	١٣٥

الومنيـــوم

مم²	مم	مم²	اوم كيلومتر	أمبير
٦	٧ × ١,٠٥	٦,٠٦٤	٣,٠٥٠	٢٢
١٠	٧ × ١,٣٥	٩,٢٩١	٢,٨٧٥	٢٨
١٦	٧ × ١,٧٠	١٥,٨٨٩	١,٧٩٠	٣٣
٢٥	٧ × ٢,١٤	٢٥,٠٢١	١,٠٦٠	٥٢
٣٥	٧ × ٢,٥٢	٣٤,٠٧٩	٠,٨٦٠	٦٤
٥٠	٧ × ٣,٠٠	٤٩,٤٢٠	٠,٦٠٦	٨٨
٧٠	١٩ × ٢,١٤	٦٩,٧٠٠	٠,٤٣٣	١٠٥
٩٥	١٩ × ٢,٥٢	٩٤,٤٣٠	٠,٣١٩	١٤٤

جدول لحساب شدة التيار (أمبير)
فى محركات التيار المتغير وجه وثلاثة أوجه

جدول حساب شدة التيار فى المحركات

الأمبير								القدرة	
مستمر	وجه واحد	محركات ثلاثة أوجه تردد من ٥٠ - ٦٠							
٢٢٠ ف	٢٢٠ ف	٦٦٠	٥٠٠	٤٤٠	٤١٥	٣٨٠	٢٢٠ ف	حصان	كيلوات
٢٫٢٦	٣٫١٢	٠٫٦	١			١٫٠٣	١٫٨	٠٫٥	٠٫٣٧
٣٫٣١	٤٫٧٦	٠٫٩	١٫٢١			١٫٦	٢٫٧٥	٠٫٧٥	٠٫٥٥
٤٫٢٩	٦٫٠١	١٫١	١٫٥	١٫٦٨	٢	٢	٣٫٥	١	٠٫٧٥
٦٫٢٥	٧٫٦	١٫٥	٢	٢٫٣٧	٢٫٥	٢٫٦	٤٫٤	١٫٥	١٫١
٨٫٢٥	١٠٫٤	٢	٢٫٦	٣٫٠٦	٣٫٥	٣٫٥	٦	٢	١٫٥
١٢٫٣	١٥٫١	٢٫٨	٣٫٨	٤٫٤٢	٥	٥	٨٫٧	٣	٢٫٢
١٦٫٢	٢٠	٣٫٨	٥	٥٫٧٧	٦٫٥	٦٫٦	١١٫٥	٤	٣
٢١٫٦	٢٥٫١	٤٫٩	٦٫٥			٨٫٥	١٤٫٥	٥٫٥	٤
٢٩٫٢	٣٤٫٦	٦٫٦	٩	١٠٫٤	١١	١١٫٥	٢٠	٧٫٥	٥٫٥
٣٨٫٤	٤٦٫٨	٨٫٩	١٢	١٣٫٧	١٤	١٥٫٥	٢٧	١٠	٧٫٥
٥٢	٦٠	١١٫٥	١٥			٢٠	٣٥	١٣٫٥	١٠
٥٧	٦٨	١٢٫٧	١٧	٢٠٫١	٢١	٢٢	٣٩	١٥	١١
٧٦	٩٠	١٧٫٣	٢٣	٢٦٫٥	٢٨	٣٠	٥٢	٢٠	١٥
٩٤	١١١	٢١٫٣	٢٨٫٥	٣٢٫٨	٣٥	٣٧	٦٤	٢٥	١٨٫٥
١١٣	١٣٠	٢٥٫٤	٣٣	٣٩	٤٠	٤٤	٧٥	٣٠	٢٢
١٥٠	١٧٨	٣٤٫٦	٤٥	٥١٫٥	٥٥	٦٠	١٠٣	٤٠	٣٠
١٨٦	٢١٨	٤١٫٨	٥٥	٦٤	٦٦	٧٢٫٥	١٢٦	٥٠	٣٧
٢٢١	٢٥٤	٤٩	٦٥	٧٦٫٣	٨٠	٨٥	١٤٧	٦٠	٤٥
٢٧٦	٣١٥	٦٠٫٦	٨٠		١	١٠٥	١٨٢	٧٥	٥٥
٣٦٤	٤١٤	٧٩٫٦	١٠٥	١٢٥	١٣٥	١٣٨	٢٣٩	١٠٠	٧٥

جدول سعة المكثفات المستعملة مع محركات
الوجه الواحد المزودة والغير مزودة بمفتاح طرد

محركات وجه واحد غير مزوده بمفتاح طرد

محركات ٢ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الامبير	سعة المكثف	
			من	الى
١٢٠	٢٢٠	١,٠٦	٥	٨
١٨٠	٢٢٠	١,٤٤	٧	١٠
٢٥٠	٢٢٠	١,٨	٧	١٠
٣٧٠	٢٢٠	٢,٥٢	١٠	١٥
٥٥٠	٢٢٠	٣,٦٥	١٤	٢٠
٧٥٠	٢٢٠	٤,٨٥	١٨	٢٢
١١٠٠	٢٢٠	٦,٨	٢٥	٣٥
١٥٠٠	٢٢٠	٩,١	٤٥	٦٠

محركات ٤ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الامبير	سعة المكثف	
			من	الى
٩٠	٢٢٠	٠,٩٨	٣	٥
١٢٠	٢٢٠	١,٢٣	٤	٦
١٨٠	٢٢٠	١,٥٥	٦	٩
٢٥٠	٢٢٠	١,٩٨	٨	١٢
٣٧٠	٢٢٠	٢,٧	١٠	١٦
٥٥٠	٢٢٠	٣,٨٥	١٨	٢٢
٧٥٠	٢٢٠	٤,٩	٢٢	٣٠
١١٠٠	٢٢٠	٧,-	٣٥	٤٠

محركات وجه واحد مزوده بمفتاح طرد مركزي

محركات ٢ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الامبير	سعة المكثف	
			من	الى
٩٠	٢٢٠	١,٥٤	١٢	١٨
١٢٠	٢٢٠	١,٧٤	١٢	١٨
١٨٠	٢٢٠	١,٩٧	٢٠	٣٠
٢٥٠	٢٢٠	٢,٥٨	٣٢	٤٥
٣٧٠	٢٢٠	٣,٦	٥٠	٥٥
٥٥٠	٢٢٠	٥,-	٥٥	٦٥
٧٥٠	٢٢٠	٦,٢	٧٥	١٠٠
١١٠٠	٢٢٠	٨,٦	١١٠	١٣٠
١٥٠٠	٢٢٠	١١,٥	١٤٠	١٧٠
٢٢٠٠	٢٢٠	١٦,٥	٢٠٠	٢٤٠

محركات ٤ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الامبير	سعة المكثف	
			من	الى
١٢٠	٢٢٠	١,٩٢	١٥	٢٢
١٨٠	٢٢٠	٢,٤٧	٢٥	٣٠
٢٥٠	٢٢٠	٣,٠٥	٣٥	٤٥
٣٧٠	٢٢٠	٤,٤	٣٥	٤٥
٥٥٠	٢٢٠	٥,٥	٥٠	٦٠
٧٥٠	٢٢٠	٧,٣	٩٠	١١٠
١١٠٠	٢٢٠	٩,٧	١١٥	١٢٥
١٥٠٠	٢٢٠	١٢,٨	١٣٠	١٤٥
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

باب الجداول الخاصة بالمحولات

قلب المحول في بيانات القدرة

القدرة وات	مساحة مقطع القلب بوصة مربعة تردد ٤٠	تردد ٥٠	تردد ٦٠
١٠	٠،٤	٠،٣	٠،٢٥
١٥	٠،٥	٠،٤	٠،٣٠
٢٠	٠،٦	٠،٥	٠،٤٠
٢٥	٠،٧٥	٠،٦	٠،٥٠
٥٠	١،٢٥	١،٠٠	٠،٨٠
٧٥	١،٥٠	١،٢٥	١،٠٠
١٠٠	١،٧٥	١،٥٠	١،٢٥
١٥٠	٢،٠٠	١،٧٥	١،٥٠
٢٠٠	٢،٧٥	٢،٢٥	١،٧٥
٢٥٠	٣،٠٠	٢،٥٠	٢،٢٥
٣٥٠	٣،٥	٣،٠٠	٢،٥٠
٤٠٠	٣،٧٥	٣،٠٠	٢،٥٠
٤٥٠	٤،٠٠	٣،٢٥	٢،٧٥
٥٠٠	٤،٥٠	٣،٥٠	٣،٢٥
٧٥٠	٥،٠٠	٤،٠٠	٣،٥٠
١٥٠٠	٦،٠٠	٤،٧٥	٣،٧٥

جدول عدد لفات الفولت الواحد حسب التردد

مساحة مقطع القلب بوصة"	المساحة الفعلية	عدد لفات الفولت الواحد تردد ٤٠	تردد ٥٠	تردد ٦٠	عرض القلب	عدد الرقائق
١/٢ × ٩/١٦	٠،٢٥	—	—	٢٣،٣	١/٢	٣٦
٥/٨ × ٩/١٦	٠،٣٠	—	٢٣،٣	١٩،٥	٥/٨	٣٦
٥/٨ × ٣/٤	٠،٤٠	٢٣	١٧،٥	١٤،٦	٥/٨	٤٨
٣/٤ × ٣/٤	٠،٥٠	١٧،٥	١٤	١١،٧	٣/٤	٤٨
٣/٤ × ٧/٨	٠،٦٠	١٤،٦	١١،٧	٩،٧٥	٣/٤	٥٦
٧/٨ × ٧/٨	٠،٧٠	١٢،٥	١٠	٧،٣٥	٧/٨	٥٦
١٥/١٦ × ١٥/١٦	٠،٨٠	١١	٨،٧٥	٧،٣٠	١٥/١٦	٦٠
١ × ١	٠،٩٠	٩،٧٥	٧،٨	٦،٥	١	٦٤
١ × ١ ١/٨	١،-	٨،٧٥	٧	٥،٨٥	١	٧١
١ ١/٤ × ١ ١/٨	١،٢٥	٧	٥،٦	٤،٧٠	١ ١/٤	٨٨
١ ١/٤ × ١ ٣/١٦	١،٥	٥،٨٥	٤،٦٥	٣،٩٠	١ ١/٤	٩١
١ ١/٤ × ١ ٣/٨	١،٧٥	٥	٤	٣،٣٤	١ ١/٤	٩٦
١ ١/٢ × ١ ١/٢	٢	٤،٣٧	٣،٥	٢،٦٠	١ ١/٢	١٠٠
١ ٥/٨ × ١ ٥/٨	٢،٢٥	٣،٩٠	٣،٢	٢،٣٤	١ ٥/٨	١٠٤
١ ٥/٨ × ١ ٣/٤	٢،٥	٣،٥٠	٢،٨	٢،١٣	١ ٥/٨	١١٢
١ ٣/٤ × ١ ٣/٤	٢،٧٥	٣،٢٠	٢،٥	٢،١٢	١ ٣/٤	١١٢
١ ٧/٨ × ١ ٧/٨	٣	٢،٩٠	٢،٣٣	١،٩٥	١ ٧/٨	١٢٠
٢ × ١ ٧/٨	٣،٢٥	٢،٧٠	٢،١٦	١،٨٠	٢	١٢٠
٢ × ٢	٣،٥	٢،٥٠	٢	١،٦٧	٢	١٢٨
٢ × ٢ ١/٨	٣،٧٥	٢،٤٠	١،٨٦	١،٥٦	٢	١٣٠

جدول أسلاك النيكل كروم المستديرة المقطع والمبطط

جدول سلك نيكل كروم (مبطط)

مساحة المقطع: عرض (مم)	مساحة المقطع: سمك (مم)	الوزن كغ لكل ١٠٠ متر	المقاومة لكل متر عند ٢٠°	التسخين عند ٢٠٠°
٣	٠٫٣٠	٠٫٧٣٥	١٫٣٨	٨٫٧
٣	٠٫٢٥	٠٫٦١٢	١٫٦٦	٨٫٠
٣	٠٫٢	٠٫٤٩	٢٫٠٧	٦٫٤
٣	٠٫١	٠٫٢٤٩	٤٫١٥	٤٫٧
٢٫٥	٠٫٢٥	٠٫٥١	١٫٩٩	٧
٢٫٥	٠٫٢	٠٫٤٠٨	٢٫٤٩	٦
٢٫٥	٠٫١٥	٠٫٣٠٦	٣٫٣٢	٥٫٣
٢٫٥	٠٫١	٠٫٢٠٤	٤٫٩٨	٣٫٨
٢	٠٫٢٠	٠٫٣٢٦	٣٫١١	٥٫١
٢	٠٫١٥	٠٫٢٤٤	٤٫١٤	٤٫٢
٢	٠٫١٠	٠٫١٦٣	٦٫٢٢	٣٫٤
٠٫٧	٠٫٠٥	٠٫٠٢٨	٣٥٫٥٧	١٫٢
٠٫٦	٠٫٠٥	٠٫٠٢٤	٤١٫٥٠	١٫١٥

مساحة المقطع: عرض (مم)	مساحة المقطع: سمك (مم)	الوزن كغ لكل ١٠٠ متر	المقاومة لكل متر عند ٢٠°	التسخين عند ٢٠٠°
١٫٨	٠٫٢٠	٠٫٢٩٣	٣٫٤٥	٤٫٦
١٫٨	٠٫١٥	٠٫٢٢	٤٫٦١	٤
١٫٨	٠٫١٠	٠٫١٤٦	٦٫٩١	٣٫٢
١٫٦	٠٫٢٠	٠٫٢٦	٣٫٨٩	٤٫٥
١٫٦	٠٫١٥	٠٫١٩٥	٥٫١٩	٣٫٦
١٫٦	٠٫١٠	٠٫١٣٠	٧٫٧٨	٢٫٨
١٫٥	٠٫٢	٠٫٢٤٥	٤٫١٥	٤٫٧
١٫٥	٠٫١٥	٠٫١٨٣	٥٫٥٣	٣٫٦
١٫٥	٠٫١٠	٠٫١٢٢	٨٫٣٠	٢٫٧
١٫٤	٠٫٢٠	٠٫٢٢٨	٤٫٤٤	٤٫١
١٫٤	٠٫١٥	٠٫١٧١	٥٫٩٨	٣٫٦
٠٫٥	٠٫١٠	٠٫٠٤١	٢٤٫٩٠	١٫٤
٠٫٥	٠٫٠٥	٠٫٠٢٠	٤٩٫٨	١

مساحة المقطع: عرض (مم)	مساحة المقطع: سمك (مم)	الوزن كغ لكل ١٠٠ متر	المقاومة لكل متر عند ٢٠°	التسخين عند ٢٠٠°
١٫٤	٠٫١٠	٠٫١١٤	٨٫٨٦	٢٫٧
١٫٢	٠٫١٥	٠٫١٤٦	٦٫٩١	٣٫٢
١٫٢	٠٫١٢٥	٠٫١٣٠	٧٫٧٨	٢٫٨
١٫٢	٠٫١٠	٠٫٠٩٨	١٠٫٣٧	٢٫٤
١	٠٫١٥	٠٫١٢٢	٨٫٣٠	٢٫٨
١	٠٫١٠	٠٫٠٨١	١٢٫٤٥	٢٫١
٠٫٩	٠٫١٥	٠٫١١	٩٫٢٢	٢٫٥
٠٫٩	٠٫١٠	٠٫٠٧٣	١٣٫٨٣	٢
٠٫٨	٠٫١٠	٠٫٠٦٥	١٥٫٥٦	١٫٧٥
٠٫٧	٠٫١٠	٠٫٠٥٧	١٧٫٧٨	١٫٦
٠٫٦	٠٫١٠	٠٫٠٤٩	٢٠٫٧٥	١٫٥
٠٫٤	٠٫١٠	٠٫٠٣٢	٣١٫١٣	١٫٣
٠٫٤	٠٫٠٥	٠٫٠١٩	٦٢٫٢٦	٠٫٩٥

جدول سلك نيكل كروم (مستدير)

القطر مم	التيار أمبير	الوزن كغ لكل ١٠٠ متر	المقاومة لكل متر
٥	٨٨	١٥٫٩	٠٫٠٥٦
٤	٦٢	١٠٫٢	٠٫٠٨٦
٣٫٥	٥١	٧٫٨	٠٫١١٤
٣	٤٠	٥٫٧	٠٫١٥٦
٢٫٨	٣٦	٥	٠٫١٧٨
٢٫٥	٣٢	٤	٠٫٢٢٥
٢٫٢	٢٦	٣٫١	٠٫٢٩
٢	٢٣	٢٫٥	٠٫٣٥
١٫٨	٢٠	٢	٠٫٤٣
١٫٦	١٧	١٫٦٤	٠٫٥٤
١٫٤	١٤	١٫٢٥	٠٫٧١
١٫٢	١١	٠٫٩٢	٠٫٩٧
١٫١	١٠	٠٫٧٧٥	١٫١٥
١	٨٫٨	٠٫٦٤	١٫٤

القطر مم	التيار أمبير	الوزن كغ لكل ١٠٠ متر	المقاومة لكل متر
٠٫٩	٧٫٧	٠٫٥٢	١٫٧
٠٫٨	٦٫٦	٠٫٤٥	٢٫١
٠٫٧	٥٫٥	٠٫٣١٥	٢٫٨
٠٫٦٥	٥	٠٫٢٧	٣٫٦
٠٫٦	٤٫٥	٠٫٢٣	٣٫٨
٠٫٥٥	٤	٠٫١٩٤	٤٫٦
٠٫٥	٣٫٥	٠٫١٦	٥٫٦
٠٫٤٥	٣٫٢	٠٫١٣	٦٫٩
٠٫٤	٢٫٦	٠٫١٠٢	٨٫٧
٠٫٣٥	٢٫٢	٠٫٠٧٨	١١٫٤
٠٫٣	١٫٧٥	٠٫٠٥٧	١٥٫٦
٠٫٢٨	١٫٦	٠٫٠٥	١٧٫٨
٠٫٢٥	١٫٤٥	٠٫٠٤	٢٢٫٤
٠٫٢٢	١٫٣	٠٫٠٣١	٢٩٫٢

القطر مم	التيار أمبير	الوزن كغ لكل ١٠٠ متر	المقاومة لكل متر
٠٫٢	١٫٢	٠٫٠٢٥	٣٥
٠٫١٨	١٫١	٠٫٠٢	٤٣
٠٫١٦	١	٠٫٠١٦٢	٥٤
٠٫١٤	٠٫٩	٠٫٠١٢٥	٧١
٠٫١٢	٠٫٧٧	٠٫٠٠٩٢	٩٧
٠٫١١	٠٫٦٩	٠٫٠٠٧٧	١١٥
٠٫١	٠٫٦	٠٫٠٠٦٤	١٤٠
٠٫٠٩	٠٫٥٥	٠٫٠٠٥٢	١٧٢
٠٫٠٨	٠٫٥	٠٫٠٠٤١	٢١٨
٠٫٠٧	٠٫٤٤	٠٫٠٠٣١	٢٨٥
٠٫٠٦	٠٫٣٨	٠٫٠٠٢٣	٣٨٨
٠٫٠٥	٠٫٣٢	٠٫٠٠١٦	٥٦١
٠٫٠٤	٠٫٢٦	٠٫٠٠١	٨٧٥





جدول تنفيذى لأجهزة التسخين (قطر، طول السلك)

القدرة وات	١١٠ ڤولت		٢٢٠ ڤولت	
	القطر	الطول	القطر	الطول
١٠٠	٠,١	٢,١٥	٠,١	٣,٤٠
١٥٠	٠,٢٢	٢,٣٠	٠,١٤	٣,٦٠
٢٠٠	٠,٢٧	٣,١٠	٠,١٦	٤,٣٠
٢٥٠	٠,٣٠	٢,٧٠	٠,١٨	٤,٣٠
٣٠٠	٠,٣٥	٣,٥٠	٠,٢٢	٥,٤٠
٣٥٠	٠,٤٠	٣,٨٠	٠,٢٥	٦,-
٤٠٠	٠,٤٥	٤,٣٠	٠,٢٧	٦,-
٥٠٠	٠,٥٧	٥,٥٠	٠,٣٠	٦,١٠
٦٠٠	٠,٦٤	٥,٨٠	٠,٣٥	٦,٨٠
٧٠٠	٠,٧٠	٥,٦٠	٠,٤٠	٧,٧٠
٨٠٠	٠,٧٠	٥,٣٠	٠,٤٥	٨,٧٠
٩٠٠	٠,٨٠	٦,-	٠,٥٠	٩,٢٠
١٠٠٠	٠,٩٠	٦,٨٠	٠,٥٧	١١,-
١١٠٠	٠,٩٠	٦,١٥	٠,٦٠	١١,-
١٢٠٠	١,-	٧,١٠	٠,٦٠	١٠,٨٠
١٣٠٠	١,-	٦,١٠	٠,٦٤	١٠,٧٠
١٤٠٠	١,٢٠	٦,٨٠	٠,٧٠	١١,٩٠
١٥٠٠	١,٢٠	٨,٢٠	٠,٧٠	١١,١٠
٢٠٠٠	١,٤٠	٨,٨٠	٠,٨٠	١٣,٧٠

يستعمل هذا الجدول فى حساب الملفات الخاصة بأجهزة التسخين حسب قدرة الجهاز مع العلم بأن كل من القطر المختار وطول السلك حسب شدة التيار وضغط الينبوع .

مطبعة الجبلاوى

٢٠٢ شارع الترعة البولاقية ــ شبرا مصر

رقم الايداع بدار الكتب ٣٥٠٦ / ١٩٩١

